psicología del aprendizaje

rubén ardila

He aquí el primer libro escrito en castellano por un autor iberoamericano sobre este apasionante tema, que ocupa hoy a la mayoría de los estudiosos de la conducta humana en todas las latitudes. Accesible a cualquier persona de nivel cultural preuniversitario, expone los hechos, métodos, teorías y aplicaciones más importantes y recientes acerca del aprendizaje. Los investigadores encontrarán especialmente instructivos los capítulos —correspondientes a

⟶

13ª edición

siglo veintiuno editores

→

los más novedosos estudios— sobre aprendizaje visceral y glandular, fundamentos bioquímicos y modelos matemáticos del aprendizaje. Todos los interesados en la educación —¿y quién puede no estarlo en alguna medida?— obtendrán útiles indicaciones y sugerentes reflexiones en los capítulos consagrados a la motivación, el castigo y la educación. El libro ha sido escrito pensando también en este amplio círculo de lectores, pero está en primer lugar dedicado a los estudiantes de psicología, a los que nuestro mundo, cada vez más complejo, exigente e inseguro, confía esperanzadamente una gran parte de la tarea de explicar y dirigir racionalmente la conducta humana. Rubén Ardila, nacido en San Vicente, Colombia, en 1942, fue Director del Departamento de Psicología de la Universidad Nacional de Colombia, doctor en psicología por la Universidad de Nebraska y fundador y director de la Revista Latinoamericana de Psicología. Actualmente es Jefe del Departamento de Psicología de la Universidad de los Andes. De Rubén Ardila hemos publicado también Investigaciones psicológicas.

siglo veintiuno editores
MÉXICO
ESPAÑA
ARGENTINA
COLOMBIA

psicología
y
etología

PSICOLOGÍA DEL APRENDIZAJE

por

RUBÉN ARDILA





siglo veintiuno editores, sa
CERRO DEL AGUA 248, MEXICO 20, D.F.

siglo veintiuno de españa editores, sa
C/PLAZA 5, MADRID 33, ESPAÑA

siglo veintiuno argentina editores, sa

siglo veintiuno de colombia, ltda
AV. 3a. 17-73 PRIMER PISO, BOGOTA, D.E. COLOMBIA

portada de francisco leyte lobaco

primera edición, 1970
octava edición, corregida y aumentada, 1976
decimosegunda edición, julio de 1979
decimotercera edición, noviembre de 1979

ISBN 968-23-0439-3

ÍNDICE

PRÓLOGO A LA TERCERA EDICIÓN

La favorable acogida que ha tenido este libro tanto en América Latina como en España hizo que un año después de publicada la primera edición saliera la segunda, y ahora la tercera. En ésta se han llevado a cabo unos pocos cambios, el más importante de los cuales ha sido la elaboración de un índice analítico al final del libro, que facilita mucho la consulta de temas específicos.

La finalidad de esta tercera edición es la misma que la de las anteriores: proporcionar un texto de psicología del aprendizaje, para pregrado, en el cual se estudien los temas básicos de esta disciplina. El enfoque es experimental y amplio, sin hacer demasiado hincapié en las polémicas suscitadas por las diversas teorías del aprendizaje hace varias décadas; hoy esas polémicas han desaparecido, y la psicología del aprendizaje se ha unificado y se ha convertido en una disciplina muy estructurada.

El libro ha despertado inquietud y ha servido para fomentar investigaciones en diversos aspectos de la modificación del comportamiento, tanto en el área de la investigación básica como en sus aplicaciones. Espero que siga cumpliendo esta función y colabore en la empresa de crear una psicología latinoamericana.

RUBÉN ARDILA

PARA ANA LUCÍA Y DAVID

INTRODUCCIÓN

El presente libro está destinado a servir como texto en cursos universitarios de psicología del aprendizaje para estudiantes de psicología o de educación. No presupone más conocimientos previos que los proporcionados por un curso de introducción a la psicología. El libro hace hincapié en hechos, en conocimientos sólidamente fundamentados, y su enfoque es claramente experimental; sin embargo, no evita los temas que están actualmente en discusión y sobre los cuales aún necesitamos investigar mucho más. Una lista de libros básicos de psicología del aprendizaje al final de la obra puede ayudar a complementar los conocimientos adquiridos durante el curso.

Éste es el *primer* libro de psicología del aprendizaje que se escribe en español. Una obra anterior, que se debe a Walter Blumenfeld, el conocido psicólogo alemán, trató principalmente temas de psicología educacional, no de psicología del aprendizaje, y además está ya anticuada, porque los trabajos sobre esta área se han multiplicado en las últimas décadas.

He creído importante incluir aquí las investigaciones realizadas por Miller y sus colaboradores sobre aprendizaje visceral y glandular, publicadas en 1969 y que aún continúan. Éste es probablemente el primer libro de psicología que toma en cuenta estas investigaciones, y es seguramente el primer texto de psicología del aprendizaje (en cualquier idioma) que incluya un capítulo sobre aprendizaje visceral y glandular.

En español, y en los demás idiomas, el término "aprendizaje" es bastante equívoco e implica dos significados diferentes, aunque íntimamente relacio-

nados: la adquisición de información o de habilidades motoras, por ejemplo aprender matemáticas o aprender a conducir un auto; y aprendizaje como modificación del comportamiento por la experiencia previa, que es el significado que los psicólogos prefieren, y que será el tema del presente libro. Es un hecho que los dos significados están íntimamente relacionados. Pero es un hecho también que son diferentes. Cuando un sujeto aprende a repetir listas de sílabas que se le presentan con la ayuda de un tambor de memoria está modificando su comportamiento (verbal). Cuando un neurótico aprende los síntomas psicopatológicos y la manera de manejar la angustia, su comportamiento también se modifica. Los significados no son exactamente iguales. Es preciso comenzar a estudiar psicología del aprendizaje teniendo en cuenta esta diferencia básica. Ambos significados pertenecen a nuestro campo de trabajo, el primero como "aprendizaje verbal" y el segundo simplemente como "aprendizaje". El primero interesará más a los estudiantes de educación, el segundo a los estudiantes de psicología.

En realidad la modificación del comportamiento es el problema más importante de la psicología. Varios miles de estudios experimentales se han publicado en esta área; se ha acumulado una inmensa cantidad de hechos, que tienen importantes implicaciones para la psicología como ciencia, y aplicaciones en la educación y en la clínica. La psicología como ciencia comenzó siendo el estudio de la percepción; hacia 1930 se convirtió en el estudio de la modificación del comportamiento; la siguiente etapa parece ser la investigación del pensamiento y de la personalidad, áreas que siguen siendo bastante "subdesarrolladas" por falta de métodos adecuados. Seguramente el enfoque experimental que ha producido tan importantes resultados en el área de la percepción y del aprendizaje producirá resultados similares en el área

del pensamiento y de la personalidad, cuando sus métodos se refinen suficientemente.

Un libro debe mucho a gran cantidad de personas, más de las que es posible enumerar. El presente texto de psicología del aprendizaje no habría podido escribirse sin la colaboración de numerosos colegas y colaboradores que me prestaron valiosa ayuda.

Espero que el libro sea útil a las futuras generaciones de psicólogos y de educadores en el mundo de habla castellana.

1
LA EXPERIMENTACIÓN EN PSICOLOGÍA

Un experimento es una pregunta que hacemos a la naturaleza. Su respuesta dependerá en parte de qué tan bien formulada esté la pregunta, y en parte de la posibilidad que tengamos de entender la respuesta dada por la naturaleza. La experimentación en psicología es igual a la experimentación en otras ciencias, en biología, en química, en física, etc.; sin embargo, el refinamiento de cada una de las disciplinas científicas varía con su desarrollo; la psicología es una de las ciencias más desarrolladas y más exactas, a pesar de su juventud y a pesar de la creencia popular contraria. Los datos recogidos por el psicólogo experimental están a la altura de los datos recogidos por el físico o por el biólogo, pueden matematizarse en forma semejante y permiten formular leyes generales del comportamiento, como en las otras ciencias se deducen leyes de la materia orgánica o inorgánica.

POR QUÉ EXPERIMENTAR

¿Por qué experimentar en psicología? El desarrollo histórico de la psicología científica es realmente el desarrollo de la experimentación en esta área de la ciencia. Sidman [1960], un conocido psicólogo experimental dedicado a la investigación en condicionamiento operante y aprendizaje de evitación, presenta cinco razones por las cuales hacemos experimentos en psicología:

1] Para evaluar hipótesis. Muchas veces las afirmaciones del psicólogo se presentan dentro del marco de referencia de hipótesis o teorías. Los trabajos de

percepción y solución de problemas llevados a cabo por la escuela de la Gestalt presentaban afirmaciones teóricas, no simplemente empíricas, y se requerían experimentos para evaluar tales hipótesis. Muchas veces las hipótesis a evaluar en un experimento son más reducidas y específicas; se trata por ejemplo de investigar el gradiente de meta de la teoría de Hull, y no de probar esta teoría en su totalidad.

2] Para satisfacer nuestra curiosidad por la naturaleza. Todos los científicos están interesados en hallar respuestas a sus preguntas sobre la naturaleza. Anne Roe [1953], por ejemplo, quiso estudiar los procesos psicológicos de los científicos, ver cómo llegaban a solucionar sus problemas en el laboratorio. Para ello tomó grupos de físicos, biólogos y científicos del comportamiento (psicólogos y antropólogos), los sometió a varias pruebas psicológicas y entrevistas, y halló una serie de principios generales aplicables a todos los científicos de cualquier disciplina, y otra serie aplicable a cada rama en particular. Este tipo de estudio que se realiza con el fin de satisfacer la curiosidad del investigador generalmente tiene un carácter exploratorio, abre un camino que otros investigadores deben transitar antes de poder hacer afirmaciones generales y válidas acerca del fenómeno en cuestión.

3] Para probar un nuevo método o técnica. La invención de un nuevo test psicológico, por ejemplo el TAT o el WAIS, debe ser seguida de experimentos sistemáticos sobre su validez, confiabilidad y área de aplicación. En el caso de la invención de una nueva técnica, por ejemplo de la caja de Skinner, gran cantidad de experimentos se planean y ejecutan con la finalidad explícita de estudiar el alcance del nuevo instrumento. La técnica del análisis factorial y sus aplicaciones a la medición de la inteligencia es otro ejemplo. En todos estos casos la invención de un nuevo método o técnica abre muchos caminos a la investigación que se exploran rápidamente.

4] Para establecer la existencia de un fenómeno de conducta. ¿Aprenden las plantas? ¿Es posible someterlas a un proceso de condicionamiento clásico, como se pueden someter los hombres y los animales? El primer paso para establecer este fenómeno es ver si las plantas presentan algo que podamos denominar comportamiento: algunas plantas se mueven, sobre todo las del género mimosa; por lo tanto para saber si las plantas aprenden (o sea si modifican su comportamiento) es importante estudiar las mimosas en condiciones de aprendizaje simple, de condicionamiento clásico. La respuesta a la pregunta: "¿aprenden las plantas?", no se conoce todavía con certeza.

5] Para explorar las condiciones bajo las cuales ocurre un fenómeno. Se sabe que la estimulación ambiental temprana en ratas las fortifica, las vuelve más resistentes a las enfermedades, más pesadas, y con un promedio de vida más largo. ¿A qué se debe esto? Los especialistas hablan de "ambiente rico" que estimula el crecimiento y el desarrollo tanto físico como psicológico. Sin embargo, es preciso descubrir las condiciones en las cuales se presenta el fenómeno. La existencia de períodos sensibles de desarrollo, o sea de períodos en los cuales la estimulación temprana repercute en el comportamiento posterior, parece ser un hecho bien comprobado. En qué forma actúa esa estimulación para lograr los efectos observados es algo que todavía requiere más investigación.

Éstas son las cinco razones por las cuales hacemos experimentos. Para un investigador la curiosidad acerca de la naturaleza puede ser el determinante más importante. Para otro el establecimiento de nuevos fenómenos de comportamiento y las condiciones bajo las cuales ocurren pueden ser los factores determinantes. En el caso de muchos psicólogos contemporáneos la investigación está destinada a probar o refutar hipótesis, y los hechos encontrados tienen sentido dentro de un esquema teórico.

La anterior enumeración de las razones por las

cuales hacemos experimentos muestra claramente que la ciencia requiere tanto pensamiento intuitivo como pensamiento analítico. La elección de un problema y la planeación de un experimento requieren gran cuidado y mucho pensamiento analítico; por otra parte ver los factores que toman parte en el fenómeno, las explicaciones que pueden darse a los hallazgos experimentales y las generalizaciones derivables de allí, son trabajos que requieren mucho pensamiento intuitivo. Se insiste grandemente en la importancia del pensamiento analítico en ciencia, pero se olvida a veces que la *imaginación creadora* es mucho más importante que cualquier otro factor en ciencia, como lo reconocen todos los científicos contemporáneos.

La psicología actual insiste mucho en la solidez de su metodología. Las revistas científicas publican experimentos en los cuales los resultados son válidos según un alto nivel de probabilidad, generalmente el 1% y a veces el 5%. Muchos experimentos dan resultados significativos y realmente significan muy poco. La psicología contemporánea corre el riesgo de caer en una "metodolatría", o sea una adoración del método, de la forma, olvidándose de la sustancia. Experimentos en los cuales las ratas del grupo experimental corrieron más rápido que las ratas del grupo de control, siendo la diferencia significativa al 1%, pueden en realidad no "significar" casi nada.

Se requiere un tipo de psicólogo altamente preparado en técnicas estadísticas y en diseño y ejecución de experimentos, pero al mismo tiempo con imaginación creadora y pensamiento "divergente" (para usar el término de Guilford). Esos psicólogos serán capaces de planear experimentos que den respuestas a preguntas que han estado en nuestra disciplina por muchos años sin que hayamos sido capaces de resolverlas todavía. Ellos no se limitarán a seguir recorriendo caminos seguros, repitiendo los métodos usados por otros investigadores anteriormente, sino

que inventarán nuevos métodos y técnicas. Sin duda los creadores de la psicología experimental, Wundt, Fechner, Weber, Pavlov, Watson, Yerkes, Köhler, Piéron, fueron hombres que abrieron nuevos caminos y supieron que estaban explorando un nuevo territorio.

Un buen experimento nos da más preguntas que respuestas. Se soluciona un problema y surgen muchos más. En esta forma crece la ciencia y se descubre que su campo de acción es mucho más complejo de lo que se pensaba antes.

VARIABLES

Todo experimento estudia la relación entre variables dependientes e independientes. Variables *independientes* son aquellas que el experimentador manipula o varía. Variables *dependientes* son aquellas en las cuales repercuten las anteriores operaciones, o sea que cambian a consecuencia de manipular las variables independientes.

En un experimento simple de aprendizaje del laberinto, el experimentador priva al animal del alimento por un cierto período, digamos 24 horas; este factor de privación de alimento es la variable independiente. El aprendizaje del laberinto es la variable dependiente. Un experimento estudia siempre *relaciones,* no hechos; tiene la forma:

Si A, entonces B

No probamos A ni B sino su relación. Si se priva del alimento a la rata por 24 horas recorre el laberinto más rápidamente (o con menos errores) que si no se le priva de alimento.

Hasta hace pocos años se afirmaba que era preciso tener constantes todas las variables independientes menos la que se estaba manipulando. Los sujetos experimentales debían tener el mismo sexo, edad,

especie, etc., que los sujetos del grupo de control. Hoy se sabe que es posible manipular *varias* variables independientes a la vez y observar su efecto sobre las variables dependientes. En realidad los diseños experimentales permiten variar diversos niveles de una variable independiente y diversas variables independientes y observar su efecto sobre las variables dependientes.

Desde otro punto de vista, en toda investigación psicológica hay tres tipos de variables: del estímulo; de la respuesta y del organismo.

a) Variables del *estímulo*: cualquier cambio en el ambiente que actúa sobre el organismo.

b) Variables del *organismo*: cualquier característica del organismo, por ejemplo su peso, altura, especie, edad y experiencias previas.

c) Variables de la *respuesta*: cualquier conducta o acción que ejecuta el organismo. En otras palabras, cualquier contracción muscular o secreción glandular.

La fórmula básica de la psicología es:

$$C = f\ (0, E)$$

El comportamiento (o respuesta) es función del organismo y de la estimulación. El organismo trae muchos factores a la situación experimental, su especie, edad, sexo, experiencias, expectaciones (en el caso de los sujetos humanos por lo menos), motivación y muchas más. Los estímulos son siempre complejos: el experimentador es uno de los más importantes; los estímulos experimentales, el ambiente del laboratorio, todo eso repercute sobre la respuesta.

EL GRUPO DE CONTROL

En un experimento es a menudo difícil saber con certeza si el efecto encontrado se debe a la variable manipulada por el experimentador o no. En esto se

basa la necesidad de establecer grupos de control, que se usan tanto en psicología como en otras ciencias y técnicas. En agricultura, por ejemplo, si se va a estudiar el efecto de un nuevo tipo de abono químico en la cosecha, se da el tratamiento a un grupo de árboles y se compara su producción con el de otro grupo de árboles que no recibieron el abono. En general la variable experimental se manipula sistemáticamente en el grupo experimental y no se trata en el grupo de control.

En psicología, si vamos a estudiar la influencia de la corteza cerebral en el aprendizaje de discriminación del mono macaco, tomamos dos grupos de monos (A y B); ambos se someten a la *prueba previa*, aprenden por ejemplo el problema de discriminación hasta el criterio definido por el experimentador. Después se le da el *tratamiento* experimental al grupo A, se le extirpa cierta parte de la corteza cerebral, digamos de la zona frontal; al grupo B no se le extirpa nada (en este caso es conveniente operar también a los sujetos del grupo B, pero sin cortarles ninguna parte del cerebro, porque es posible que el simple trauma de la operación tenga efecto en el aprendizaje de discriminación, y es preciso controlar este factor). Después se someten ambos grupos a la *prueba posoperatoria*, o sea que se les prueba de nuevo en el problema de discriminación, y se compara la ejecución del grupo A y del grupo B. Los resultados de cada grupo se cuantifican y se realiza un análisis estadístico para ver si las diferencias observadas son significativas o no. En muchos casos una diferencia de sentido común no es estadísticamente significativa, o sea que no es suficientemente grande para estar más allá del factor de azar.

La importancia del grupo de control se ha discutido pocas veces en la literatura especializada, y generalmente se acepta como algo de hecho. Edwards [1960] dice que, si hay dos grupos experimentales y uno de control, es conveniente que cada grupo ex-

perimental tenga 29.29% de los sujetos, y el grupo de control tenga 41.42% de los sujetos. Hay tablas que indican cuál es la proporción más adecuada de sujetos en cada grupo, experimental y de control, cuando hay 3, 4, o más grupos experimentales. Sin embargo, la regla más sencilla es ésta: siempre que sea posible debe usarse el mismo número de sujetos en cada grupo experimental y en cada grupo de control.

ESTUDIOS PILOTO

Además de los anteriores tipos básicos de investigación, hay en psicología estudios que se denominan "piloto" en el sentido de que son exploratorios o inconclusos. Generalmente son trabajos preliminares antes de un experimento completo. Por ejemplo, tenemos la creencia de que una droga, digamos el alcohol, va a alterar el aprendizaje de los ratones de un laberinto, y que ellos van a cometer significativamente más errores que los miembros del grupo de control a los cuales se les da solución salina en vez de alcohol. Sin embargo, no estamos seguros de que éste sea el efecto, y antes de completar un diseño experimental complejo es conveniente tener una idea de la dirección de los resultados; quizá pequeñas dosis de alcohol mejoren el aprendizaje porque desinhiben a los sujetos, mientras que grandes dosis empeoren el aprendizaje porque los sujetos son incapaces de prestar atención a los estímulos relevantes en la situación experimental. Antes de comenzar una serie de experimentos es conveniente hacer algunos estudios piloto que orienten la investigación.

En un estudio piloto no se controlan siempre todas las variables, o se trabaja con pocos sujetos, o con instrumentos no muy bien conocidos. Sin embargo, un estudio piloto no implica que se trate de un estudio deficiente. Un mal experimento es un mal experimento, sea "piloto" o no.

Los estudios piloto se diseñan principalmente con el fin de estimar el éxito o fracaso probable de un experimento completo. Por su falta de control de ciertas variables su valor predictivo disminuye muchísimo y puede conducir a expectaciones falsas. La única forma de que tuviera suficiente valor predictivo sería que se controlaran todas las variables y que se realizaran las mismas operaciones que en el experimento "verdadero". Y entonces, ¿por qué habríamos de llamarlo "piloto"?

En realidad los experimentadores se oponen mucho a los estudios piloto, prefieren predecir el éxito o fracaso en relación con trabajos previos, y planean sus investigaciones en forma definitiva, muchas veces usando la intuición. Pero durante el curso de una investigación se nota en algunos casos que no todas las variables están tan bien controladas como se creía, y entonces el estudio se vuelve piloto.

Los estudios piloto no se publican, pero sería muy útil hacerlo porque esto mostraría diversas fuentes de error que podrían evitarse en trabajos posteriores. Un estudio piloto es un estudio inconcluso, es una consecuencia que no se planeó, o es un trabajo en el cual uno se encontró con dificultades técnicas. Como exploración de un área de investigación puede ser útil siempre que se tome con las precauciones del caso.

2
PROBLEMAS BÁSICOS DE PSICOLOGÍA DEL APRENDIZAJE

El aprendizaje es el área de la psicología en la cual trabajan más psicólogos en la actualidad, y en la cual las investigaciones han alcanzado un altísimo grado de refinamiento. La psicología experimental comenzó siendo el estudio de la percepción dentro de un marco de referencia estructuralista. Hacia 1930 el cuadro había cambiado notoriamente, y el acento se colocaba no en la manera en que un sujeto percibía el mundo sino en la *transformación del comportamiento,* también llamado aprendizaje.

Los psicólogos utilizan este término, "aprendizaje", en forma muy diferente a como lo utiliza la demás gente. Para los psicólogos no tiene casi nada que ver con el término "conocimiento", tiene muy poco que ver con el término "instrucción", y no tiene absolutamente nada que ver con el término "sabiduría". Indudablemente el término "aprendizaje", como lo usan los psicólogos se presta a ciertas confusiones generadas por su uso en la vida diaria. La psicología del aprendizaje es una rama de la psicología *experimental* que ha alcanzado un altísimo grado de desarrollo en el siglo xx, y que ha permanecido como ciencia pura aunque parece contener las semillas de una revolución en la educación, como veremos en un capítulo posterior.

La importancia del aprendizaje en la comprensión de la conducta humana es de enorme magnitud, mucho mayor de lo que se supone ordinariamente. Aprendemos a hablar (por eso los hijos de los ingleses hablan inglés y los hijos de los chinos hablan

chino); aprendemos a sumar, a restar, a sacar raíces cuadradas; aprendemos a tomar cierto camino para ir al trabajo; aprendemos a entender el teatro moderno, a vestirnos en cierta forma, a preferir ciertas comidas, a ser amables o huraños con la gente; aprendemos a considerar a los negros como iguales o como inferiores; aprendemos a admirar a los comunistas, a temerlos o a odiarlos; aprendemos a intercambiar confidencias emocionales con un amigo y a reaccionar fríamente ante otro. Se aprenden los prejuicios, las actitudes, las reacciones y los gustos. El aprendizaje es un asunto mucho más amplio e importante de lo que se cree comúnmente.

EL ÁREA DEL APRENDIZAJE

Cada ciencia posee un conjunto de fenómenos, una serie de hallazgos, un conjunto de métodos de investigación y una estructura teórica que la caracterizan y distinguen de las demás ciencias. El estudio de estos cuatro puntos en psicología del aprendizaje nos llevará a definir con claridad este campo de trabajo.

Como todas las áreas de la ciencia, la psicología del aprendizaje se caracteriza por los cuatro rasgos definitivos antes enumerados:

1] *Un conjunto de fenómenos,* o sea un campo específico de trabajo, en este caso los fenómenos relacionados con la modificación del comportamiento. Implica tanto el estudio de la conducta humana como de la subhumana, y tanto en situaciones naturales como de laboratorio, siempre que se refieran a la variación del comportamiento.

2] *Una serie de hallazgos acumulados,* que son el resultado de la investigación llevada a cabo durante muchos años. En psicología del aprendizaje los datos que son el resultado de estudiar los fenómenos del aprendizaje llenan numerosos volúmenes, y un cierto número de ellos se va a describir en el presente libro.

3] *Un conjunto de métodos de investigación,* para obtener datos experimentales y testimonios sobre los fenómenos que forman su campo de acción. Los métodos de la psicología del aprendizaje son en parte los mismos métodos de la psicología experimental, que hemos estudiado en el primer capítulo, y por otra parte algunos métodos específicos y algunos instrumentos que se usan sólo en el área del aprendizaje, como son los métodos del condicionamiento clásico y operante, y los instrumentos usados por estas dos áreas (por ejemplo la caja de Skinner).

4] *Una estructura teórica.* Ciencia no es simplemente la acumulación de hechos, sino también su organización y explicación. Las teorías del aprendizaje han alcanzado un altísimo nivel de refinamiento, y van desde la simple descripción de hechos dentro de un marco de referencia sencillo hasta las más complejas teorías matemáticas, cuyo nivel de abstracción está en iguales términos con el nivel de abstracción logrado por la física moderna.

DEFINICIONES DE APRENDIZAJE

¿Qué es aprendizaje, según esto? Sabemos que no es sólo sumar y sacar raíces cuadradas, o memorizar listas de sílabas sin sentido, sino mucho más. Aprendizaje ha sido definido en formas muy diversas. No es algo que se observe como observamos el comportamiento de la gente ante un estímulo físico. El aprendizaje pertenece a la categoría considerada como "variable participante" o "construcción hipotética" [para una distinción entre ambas véase MacCorquodale y Meehl, 1948]. Observamos unas alteraciones en la ejecución de un organismo, animal o humano, e inferimos que ha "aprendido". En otras palabras, atribuimos ese cambio en la ejecución (digamos un aumento en el número de respuestas) a una construcción hipotética, el "aprendizaje".

Las definiciones de aprendizaje son muchas;

Hunter [1934] y Hovland [1937] se refirieron a una "tendencia a mejorar con la ejecución". Thorpe [1956] dice que aprendizaje es un proceso que se manifiesta por cambios adaptativos de la conducta individual como resultado de la experiencia. Para McGeoch e Irion [1952] aprendizaje es un cambio en la ejecución que resulta de las condiciones de la práctica. Kimble [1961] prefiere hablar de un cambio relativamente permanente en la potencialidad del comportamiento que ocurre como resultado de la práctica reforzada. Esta última definición implica un concepto teórico, el refuerzo, al cual nos referimos con mucha frecuencia en este libro; es un concepto que todavía se discute y se ha discutido por más de medio siglo; todavía no sabemos con certeza si el refuerzo es necesario para el aprendizaje, o si basta la contigüidad temporal de los estímulos. Hall [1966], en una definición más amplia, dice que aprendizaje es un proceso que tiene lugar dentro del individuo y se infiere por cambios específicos en el comportamiento, los cuales poseen ciertas características determinantes.

Una definición que probablemente será aceptada por todos es la siguiente: *aprendizaje es un cambio relativamente permanente del comportamiento que ocurre como resultado de la práctica.* En esta definición es preciso distinguir varios aspectos:

1] *Cambio*: aprendizaje es un cambio, una alteración que puede manifestarse en una rata blanca porque comete menos errores en un laberinto en T, necesita menos tiempo para recorrerlo, etc. A nivel humano en situaciones de aprendizaje verbal, se manifiesta porque el sujeto es capaz, por ejemplo, de repetir una larga lista de sílabas sin sentido, que antes no podía repetir; o es capaz de identificar las respuestas correctas en una prueba que no identificaría antes de haber estudiado la lección.

2] *Relativamente permanente*: por simple accidente es posible que un sujeto dé las respuestas

"correctas" (como le sucedió al famoso asno de la fábula), aunque la probabilidad de hacerlo sea sumamente baja. Pero la siguiente vez no será capaz de hacerlo de nuevo. Por otra parte, el aprendizaje debe distinguirse de la *fatiga,* que es también un cambio de comportamiento que ocurre como resultado de la práctica. Y de los efectos de las *drogas,* que alteran el comportamiento e influyen en la ejecución de una tarea. Sin embargo, tanto en el caso de la fatiga como en el caso de las drogas los efectos son pasajeros, es simple asunto de tiempo que se disipe su acción. El aprendizaje también se altera con el tiempo, como todos sabemos. Por esto en la definición he incluido el término "relativamente permanente", para distinguirlo de cambios pasajeros y para indicar al mismo tiempo que no dura indefinidamente. No sabemos por qué olvidamos, y este problema todavía se discute en los círculos de especialistas, como veremos en el capítulo correspondiente.

3] *Resultado de la práctica*: puede que el refuerzo sea indispensable en el aprendizaje o que no lo sea, éste es un problema aún no resuelto. La práctica, en cambio, es indispensable. El sujeto debe haber leído la lista de sílabas sin sentido por lo menos una vez si ha de ser capaz de repetirla; en muchos casos la presentación *repetida* del estímulo es el factor básico en el aprendizaje.

ESTÍMULO Y RESPUESTA

Al intentar estudiar científicamente el comportamiento los psicólogos hallaron que era útil buscar las causas de una acción, lo cual llevó a estudiar los estímulos antecedentes, próximos y lejanos de la misma; se buscaban las causas, las razones de la conducta. Esto hizo que el estudio del comportamiento en términos de estímulos y respuestas fuera más fructífero que el estudio del comportamiento en función de "todos estructurados". Sin entrar aquí en las tra-

dicionales discusiones de corte filosófico que abundaron en la psicología en el pasado, y que fueron bastante estériles, es importante describir qué se entiende por estímulo y por respuesta.

Estímulo es un cambio de energía en el ambiente físico que actúa sobre el organismo y desencadena una respuesta. O sea que existe una relación íntima entre estímulo y respuesta, y que el uno se define en función de la otra. Existen estímulos interiores y exteriores al organismo; los estímulos viscerales, y en general el "ambiente interno" de que hablaba Claude Bernard en el siglo XIX, pueden ser tan efectivos como los estímulos externos.

Respuesta es una contracción muscular o una secreción glandular que puede conectarse en forma funcional con un estímulo antecedente. Esta definición debe mucho a Miller [1959], y corrobora la íntima relación existente entre estímulo y respuesta.

Stevens [1951] dice que el problema central de toda la psicología es la definición del estímulo. En su opinión, es preciso definir cuáles son las propiedades de los objetos estímulos que obran como estimulantes, o sea que actúan sobre el organismo y desencadenan la respuesta.

Sólo los estímulos *efectivos* son estímulos. Un cambio de energía que ocurre en la cara oscura de la luna no es un estímulo para un habitante de la tierra; una onda ultravioleta no es un estímulo mientras no la percibamos con los instrumentos del caso. Los ultrasonidos no son estímulos para el hombre pero sí lo son para los murciélagos y para los perros.

CLASES DE APRENDIZAJE

El tema del aprendizaje es bastante complejo, como el lector se habrá dado cuenta hasta este punto. Se discute si hay una o varias clases de aprendizaje, se está en desacuerdo con los parámetros básicos del proceso, y "aprendizaje" se ha convertido en sinó-

nimo de "polémica" en psicología contemporánea. En este libro mi punto de vista será amplio, pero dentro de los cánones de la psicología experimental. No daré más peso a una interpretación que a otra, sino que expondré los hechos y el lector podrá hacer su propia evaluación de ellos. Por otra parte, como Hilgard y Bower han hecho notar [1966], los psicólogos están de acuerdo con los hechos del aprendizaje, éstos no se discuten; se acepta la integridad científica de los otros investigadores, y se repiten sus hallazgos; en cambio, la interpretación de los hechos es causa de discordia.

La primera gran división en el aprendizaje se refiere al condicionamiento *clásico* y al condicionamiento *operante;* cada uno de estos temas se tratará en detalle en capítulos posteriores. Aquí basta decir que en el condicionamiento clásico el proceso esencial es la repetición del estímulo que se va a aprender (estímulo condicionado) junto con el estímulo "natural" (o estímulo incondicionado, que produce la respuesta desde el comienzo). Pavlov utilizó una campana o un zumbador como estímulo condicionado, que se aplicó simultáneamente con una pequeña cantidad de polvo de carne en la boca del animal (estímulo incondicionado); después de presentar juntos estos estímulos durante muchas veces la campana sola produjo salivación en el perro (respuesta condicionada).

En el condicionamiento *operante,* por otra parte, el animal emite una respuesta (por ejemplo presionar una barra en un instrumento denominado caja de Skinner) y se refuerza (por medio de alimento, generalmente). Sabemos que el alimento refuerza el comportamiento del animal porque aumenta la frecuencia de su ocurrencia; el animal repite la acción una y otra vez. Probablemente las características distintivas del condicionamiento operante son el uso del refuerzo y la afirmación de que *la conducta está mediada por sus consecuencias.*

Otras importantes clases de aprendizaje merecen ser estudiadas aquí. El aprendizaje *percepto-motor*, o aprendizaje de habilidades, principalmente motoras, ha alcanzado un alto grado de desarrollo especialmente en relación con la ingeniería psicológica (también llamada "psicología experimental aplicada"). Los trabajos sobre coordinación óculo-manual, por ejemplo, se han refinado mucho, y su importancia en la vida diaria es muy grande. El aprendizaje *verbal* es otra "clase", que se refiere específicamente al hombre y está en íntima relación con los problemas de formación de conceptos, el uso de símbolos y otras cuestiones que antes se traban como "pensamiento"; llamarlos "comportamiento verbal" no cambia su naturaleza pero los hace más accesibles al método de las ciencias naturales.

El problema de si existen "clases" de aprendizaje es algo que nunca se ha resuelto satisfactoriamente. Parece que los procesos que toman parte en el condicionamiento clásico y operante, en el aprendizaje percepto-motor y en el aprendizaje verbal tienen mucho en común, pero no pueden identificarse completamente.

INSTINTO

El comportamiento instintivo se ha considerado generalmente como opuesto al comportamiento aprendido. En realidad representan dos enfoques diferentes, antitéticos, al problema de la adaptación ambiental. El instinto implica una adaptación rígida, mecánica y automática; por esto mismo no está sujeta a errores y es, como se acostumbraba decir en la psicología del siglo XIX, "perfecta desde el primer momento". El aprendizaje en cambio implica variabilidad, adaptabilidad y la posibilidad de cometer errores. Sin embargo, la naturaleza presenta un ambiente permanentemente cambiante, y en ese ambiente la adaptación por medio del aprendizaje es

tremendamente más eficiente que la adaptación por medio del instinto. El hombre representa el máximo logro evolutivo en cuanto a la capacidad de aprender; ningún otro organismo tiene un comportamiento que varíe tanto como el nuestro, ni se puede adaptar a ambientes tan diferentes ni ha sobrevivido a tantas variaciones. El otro extremo lo representan los insectos sociales, especialmente las hormigas, que no han cambiado absolutamente nada en varios millones de años, y tienen un complejo equipo instintivo que les ha permitido sobrevivir y extenderse por todo el planeta.

El instinto como campo de estudio de la psicología ha tenido muchos altibajos. Inclusive hoy cuenta con muy pocas simpatías. Se dice que un comportamiento es "instintivo" si no es posible demostrar que es "aprendido". Pero esto, como ha hecho notar Beach [1955], equivale a "probar" la hipótesis nula en estadística... lo cual, naturalmente, no prueba más que nuestra ignorancia acerca de la verdadera naturaleza de los fenómenos.

Kuo [1922, 1924, 1967], el principal psicólogo chino del siglo xx, ha sido considerado el campeón de la campaña contra los instintos. Él crió ratas y gatos juntos, y observó que no existe un instinto en los gatos a comerse las ratas, o en las ratas a huir de los gatos; entrenó perros a luchar en forma no lograda antes [Kuo, 1967], logró crear nuevas formas de comportamiento completamente opuestas a lo que parecía ser "natural" en esos animales, etc. Según él y varios psicólogos más, la palabra "instinto" es vacía de significado, añade confusión a nuestro campo de trabajo, y debe desecharse de una vez por todas.

Sin embargo, existen ciertos comportamientos que son comunes a todos los miembros de la especie, rígidos, etc., como hemos visto antes en el caso de las hormigas. Se denominan *comportamiento específico de la especie* (en vez de "instinto", lo cual no es sola-

mente un cambio de terminología sino también de enfoque). Estos comportamientos específicos han sido estudiados, especialmente por los etólogos europeos.

Tinbergen [1951, 1952] estudió el comportamiento "instintivo" de un pez, el espinoso (*Gasterosteus aculeatus*), que vive en los ríos poco profundos de Europa. Analizó varias secuencias en su comportamiento especialmente en lo referente a la reproducción. Según él cada fase consiste en cadenas de simples segmentos de conducta, cada uno de los cuales se inicia y controla por medio de unos pocos estímulos externos muy específicos, llamados por él *estímulos-signo.* Un ejemplo de estos estímulos es la reacción del espinoso macho a otros machos de la misma especie, que se caracterizan por tener el vientre y el cuello rojos durante la época de apareamiento. Pelkwijk y Tinbergen [1937] construyeron modelos de espinoso, unos que parecían peces pero de color plateado y verde en vez de rojo; otros modelos no tenían forma de pez pero tenían el vientre rojo. Ambos tipos de modelos (con muchas variaciones) se presentaron a machos de espinoso, en sus propios territorios, y se observó que atacaban a los modelos con el vientre rojo, no a los modelos de color verde y plateado. El vientre rojo y no la forma del modelo, es el estímulo-signo que desencadena el comportamiento agresivo del espinoso macho.

El estudio de la secuencia reproductiva de este pez llevó a Tinbergen a proponer una compleja e interesante teoría de la conducta instintiva, que presenta en su libro [Tinbergen, 1951], que ha sido traducido al español recientemente.* La teoría se fundamentó en el concepto de mecanismos innatos de desencadenamiento (nombre original: *innate releasing mechanisms,* abreviado en todos los idiomas IRM). Según Tinbergen, el comportamiento instintivo ocu-

* *El estudio del instinto,* Siglo XXI Editores, S. A., México, 1969.

rre en secuencias inalterables y definitivas, en las cuales es preciso completar una fase antes de poder pasar a la siguiente. Por ejemplo el espinoso no comienza a construir su nido hasta que no ha defendido su territorio por cierto tiempo; y no empieza a cortejar la hembra hasta que no ha construido el nido. Estas secuencias invariables se pueden observar en muchas otras especies de animales.

En este lugar nos interesa el concepto de conducta instintiva, o comportamiento específico de la especie, en oposición a conducta aprendida. Una descripción más detallada de las relaciones entre instinto y aprendizaje pueden hallarse en otro lugar [Ardila, 1968 *a*, pp. 26-27].

MADURACIÓN

En relación con el estudio de los instintos se encuentra el estudio de la maduración, ambos como opuestos al aprendizaje. Se trata de ver en qué forma los factores evolutivos y aprendidos contribuyen a la ejecución. Maduración es un término tomado de la biología y se refiere al proceso ontogénico por medio del cual se llega al máximo de desarrollo; implica la acción de ciertos procesos metabólicos, hormonales y de ejercicio.

El comportamiento es siempre el producto de factores aprendidos y factores de maduración. La antigua polémica entre herencia y ambiente se ha resuelto dando importancia a ambos grupos de factores, aunque en grado diferente según el comportamiento en cuestión. La *edad* del organismo, que se considera en líneas generales como un índice de su desarrollo, es una de las variables que se controlan siempre en psicología del aprendizaje. Siempre se usan animales adultos; por ejemplo ratas de 100 días de nacidas, si no se quiere estudiar específicamente la acción de mecanismos ontogénicos. El problema de los *períodos críticos de desarrollo* [Scott, 1962] está en relación

íntima y compleja con el problema de la maduración del organismo.

La capacidad de aprender varía con la edad, especialmente durante los estadios iniciales de desarrollo. Se ha comprobado [Spelt, 1948] que los fetos humanos de 6 y medio meses son capaces de aprender (en el sentido de poder responder al condicionamiento clásico). McGraw [1935] trató de entrenar un miembro de una pareja de mellizos homocigóticos, y encontró que el factor maduración entraba en juego, o sea que existían ciertos factores evolutivos que debían tomarse en cuenta; el entrenamiento antes de cierto período no ayudaba a la mejor ejecución. Esto lo saben también los maestros, y se demuestra por la llamada "edad de la lectura", antes de la cual los niños no son capaces de aprender a leer. Claro que en muchos casos no se trata de factor de maduración, sino de aprendizaje de ciertas habilidades, la capacidad de atender a ciertos estímulos, de entender órdenes, de coordinar los movimientos, etcétera.

EXPERIENCIAS TEMPRANAS

Las primeras experiencias en la vida de un organismo, humano o no humano, se supone que son básicas en el comportamiento posterior. Esto quiere decir que la primera infancia es particularmente importante, como ya había sido postulado por Freud y muchos otros. Hebb [1949], el conocido neuropsicólogo canadiense, habla de dos tipos de aprendizaje: *temprano,* en el cual se forman las asambleas celulares que son los bloques principales con los cuales se construye el comportamiento; estas asambleas celulares (que tienen una base neurológica específica, según Hebb) requieren para su formación repetidas experiencias, y se forman lentamente. El segundo tipo de aprendizaje, *posterior,* consiste en el encadenamiento de asambleas celulares para formar secuencias de fase; la unión de asambleas celulares en secuencias de fase

posibilita el comportamiento complejo que observamos en el organismo adulto. Esto implica que un organismo sin experiencias tempranas, privado de ellas en forma artificial, será incapaz de tener un comportamiento normal. Esto ha sido comprobado en numerosos estudios [entre ellos ver Thompson y Melzack, 1956; Ardila, 1967 *a*; Sabogal, Otero y Ardila, 1975; Ardila, 1976].

De la anterior descripción podría inferirse que privar al organismo de su ambiente normal en la primera infancia es la manera usada en todos los casos para estudiar la influencia de las experiencias tempranas en el comportamiento posterior. Esto sería una simplificación. Existen tres métodos usados con este objetivo: 1] estimulación supranormal: criar los animales en un ambiente enriquecido, con numerosísimos estímulos; 2] estimulación subnormal: privar al animal de su ambiente "natural", como en los experimentos de Thompson y Melzack; 3] alteraciones cualitativas de la estimulación: dar estimulación, pero no la que el organismo recibe ordinariamente. Estos tres métodos han ayudado a tener un cuadro coherente de la influencia de las experiencias tempranas en el comportamiento posterior.

Problemas complejos requieren soluciones complejas, y la influencia de las experiencias tempranas es uno de los asuntos más complicados de la psicología contemporánea. Antes de definir claramente cuál es la influencia es preciso tener en cuenta factores como los siguientes: especie con la cual estamos trabajando, edad en la cual se somete el organismo a la experiencia "temprana", edad en el momento de probar los efectos de dicha experiencia (generalmente se hace en la edad adulta), duración o cantidad de la experiencia temprana, calidad de ella, o sea de qué experiencia se trató (choque eléctrico, privación de luz, privación de contacto con la madre, manipulación del animal, etc.), tarea de ejecución en la cual se prueban los efectos posterior-

mente, y por último persistencia de los efectos (qué tan duraderos son). Scott [1968] presenta un resumen de esta área de trabajo, y a él remitimos al lector interesado en este importante tema.

EL FENÓMENO DE "IMPRESIÓN" O ACUÑAMIENTO

Este fenómeno (llamado en alemán *Prägung* y en inglés *imprinting)* se relaciona íntimamente con las variables del aprendizaje temprano y con la socialización del animal. El fenómeno fue observado primero por Spalding en 1879. Sin embargo, fue Konrad Lorenz [1935], el famoso etólogo alemán, quien realizó los primeros estudios y observaciones sistemáticas al respecto. El fenómeno implica una impresión indeleble que se deja en un organismo joven; éste se acerca al "objeto impresor" que en condiciones naturales es la madre, y al hacerlo altera su comportamiento posterior; el organismo queda indeleblemente ligado al objeto impresor, y tiempo después buscará un objeto (social y sexual) con las características del objeto impresor (véase Ardila, 1975; Correa y Ardila, 1975).

Experimentalmente se ha observado que casi cualquier cosa móvil puede convertirse en objeto impresor si actúa en el momento adecuado, en el *período crítico.* Se ha logrado que animales recién nacidos, sobre todo aves, sigan a un hombre, a un animal de otra especie, e incluso una luz centelleante. Cualquier configuración detectable por el organismo joven, que incluya variación y que actúe durante el período crítico, puede convertirse en el estímulo impresor. La luz centelleante es el ejemplo más extremo.

Este fenómeno se ha estudiado en el laboratorio [Hess, 1959], y se han aislado sus principales parámetros. Muchas especies lo presentan: aves, insectos, peces, venados, perros y primates. No es exclusivo de las aves, como se creyó originalmente. Aunque toda-

vía queda mucho por conocer al respecto del fenómeno de impresión, hoy sabemos que es una clase de aprendizaje, muy específico, limitado y concreto, que lleva a un organismo joven a ligarse a cualquier configuración de estímulo detectable y variable. Tiene una gran importancia adaptativa, como es fácil de ver. Su relación con otros tipos de aprendizaje es todavía un poco oscura.

3

LOS HECHOS DEL APRENDIZAJE

En psicología el campo del aprendizaje se ha convertido en campo de la controversia, como veíamos antes. Esto se debe a la importancia que la cuestión del aprendizaje tiene para nuestra comprensión del comportamiento humano, o sea para una ciencia del hombre. Sabemos que una gran parte de la conducta humana es aprendida, y por eso el aprendizaje es algo básico en psicología humana. Todos los psicólogos están de acuerdo en los hechos del aprendizaje pero no todos lo están en su interpretación.

El presente capítulo es una concesión al lector interesado en aspectos prácticos de la ciencia, en entender al hombre, en aplicar nuestros conocimientos a los problemas sociales. Es una descripción en términos del sentido común sobre lo que sabemos acerca del aprendizaje. Sabemos mucho más que esto, pero los otros puntos todavía se discuten, se han discutido durante medio siglo y parece que van a seguir discutiéndose durante mucho tiempo. Sin embargo, sabemos muchas cosas sobre el aprendizaje [Watson, 1963; Bugelski, 1964], y es importante enumerar esos hechos que no se discuten.

1] El comportamiento que se refuerza tiene más probabilidad de repetirse que el comportamiento que no se refuerza. Varios miles de experimentos con hombres (adultos y niños), monos, ratas, peces, aves y muchas especies más confirman este principio. El comportamiento ocurre al comienzo por razones desconocidas (o por azar); si se refuerza tiende a repetirse. Refuerzo no es exactamente sinónimo de "premio", pero puede entenderse en esta forma sin falsear los hechos.

2] El refuerzo más efectivo en el proceso del aprendizaje es aquel que sigue a la acción con una mínima demora. En realidad el más efectivo es el refuerzo inmediato. La efectividad del refuerzo disminuye con el paso del tiempo, y muy pronto no tiene casi ninguna efectividad.

3] El castigo no lleva a aprender nada, hace que la conducta castigada desaparezca temporalmente, pero puede reaparecer más adelante. Es un ineficaz método de control. Sus consecuencias secundarias, por ejemplo frustración, agresión, evitación de la situación, etc., pueden hacer que se detenga el proceso del aprendizaje.

4] La repetición no lleva a aprender si no existe ningún tipo de refuerzo. No es verdad que "la repetición haga la perfección" a menos que exista alguna clase de refuerzo. Este punto todavía se discute en ciertos de círculos de especialistas.

5] La oportunidad de lograr nuevas experiencias, de explorar, de estimularse, es una clase de refuerzo que puede ser sumamente eficaz, especialmente en las especies más evolucionadas. Se ha observado en hombres y monos, y también en ratas y otros organismos supuestamente inferiores.

6] El sentido de satisfacción que ocurre como consecuencia de una acción bien hecha es un importante refuerzo, mucho más que los refuerzos externos a la acción (por ejemplo recibir algo en pago de ella).

7] La máxima motivación para el aprendizaje se logra cuando la tarea no es demasiado fácil ni demasiado difícil para el individuo, cuando él mismo participó en la elección del material que se ha de aprender, cuando existe un verdadero sentido de participación en lo que se está haciendo, no hay demasiada dirección (por parte del maestro), se permite explorar, proponer variaciones, preguntar, hacer observaciones aunque puedan parecer sin sentido, criticar; cuando se tiene información (positiva o ne-

gativa) sobre los resultados del aprendizaje; cuando hay posibilidad de hallar nuevas soluciones, etcétera.

8] El aprendizaje por medio de "comprensión" o *insight* repentino se presenta solamente cuando ha habido suficiente preparación previa, cuando se pone atención a la situación total y a las relaciones entre las partes, cuando la tarea tiene sentido y está dentro de la capacidad del sujeto, y cuando la percepción permite combinaciones nuevas de los elementos. Estas condiciones generalmente se combinan en la creación científica o artística, y también en los experimentos sobre solución de problemas tanto en hombres como en animales.

9] El olvido ocurre rápidamente al principio, y lentamente después. Durante el primer día se olvida la mayor parte del material aprendido. Sin embargo, el tiempo no tiene nada que ver directamente con el olvido; simplemente permite que se presenten otras experiencias que interfieren con el aprendizaje y la retención. Sin embargo, el material completamente nuevo no interfiere ni ayuda a recordar el material anterior. Nada se olvida completamente; una lengua extranjera, por ejemplo, de la cual no se recuerda aparentemente nada en un momento dado, puede reaprenderse en menos tiempo del que requirió aprenderla por primera vez; este criterio de aprendizaje, el reaprendizaje, muestra que el material no se había olvidado del todo.

10] El aprendizaje no es un proceso simplemente intelectual sino también emocional. El individuo tiene metas en el proceso de aprender, que deben ser claras y precisas para que sean efectivas. El maestro actúa como condicionador emocional, hace que el material adquiera una valencia positiva o negativa para el estudiante. El principal papel del maestro es hacer atractivo el material que se va a aprender, y reforzar el comportamiento apropiado del estudiante con el fin de "moldear" su comportamiento en la dirección deseada. En relación con este punto es

importante anotar que las máquinas de enseñar han sido sumamente eficaces y han remplazado con mucho éxito a los maestros (de escuela primaria, secundaria y universitaria) como dadores de información y de refuerzo; sin embargo, las máquinas no pueden programarse para que actúen como condicionadores emocionales, en la misma forma en que lo son los maestros. El papel del maestro como persona que motiva a los estudiantes y los lleva a interesarse y entusiasmarse por el material que se ha de estudiar difícilmente podrá ser suplantado por una máquina. Y es verdad lo que dice Skinner, el maestro que pueda ser remplazado por una máquina *merece* ser remplazado por ella.

4
LA SITUACIÓN DEL APRENDIZAJE

El organismo en una situación de aprendizaje, sea con base en el condicionamiento clásico, el condicionamiento instrumental, el aprendizaje motor o el aprendizaje verbal a nivel humano, se enfrenta con numerosos estímulos a los cuales ha de responder en una u otra forma. La descripción de cada uno de estos "tipos" de aprendizaje se hará en los siguientes capítulos. En el presente estudiaremos algunos problemas de medición, las curvas de aprendizaje y los principales instrumentos usados en la investigación experimental del aprendizaje.

MEDICIÓN

La complejidad de los fenómenos del aprendizaje ha llevado a una pluralidad de medidas, cada una de las cuales pone atención especial a un aspecto del fenómeno, y desea reducirlo a términos cuantitativos y repetibles por todos los observadores, lo cual es una de las condiciones más importantes de la ciencia. En el primer capítulo hemos estudiado los conceptos básicos de la experimentación en la ciencia psicológica, y no es preciso repetir aquí lo dicho antes. Es importante recordar que "todo lo que existe existe en alguna cantidad", como afirmó Thorndike, y por eso se puede medir.

¿Qué vamos a medir en el aprendizaje? Unos investigadores consideran que el *tiempo* es la variable más importante, y miden, por ejemplo, cuántos minutos requiere una rata para recorrer un laberinto múltiple. Otros piensan que el número de *errores*

cometido por el animal en esta situación puede proporcionar un índice más adecuado. Para otros la *cantidad de la respuesta* es lo importante, por ejemplo la cantidad de saliva segregada por el animal en un experimento sobre condicionamiento clásico, o las veces que la rata presiona la palanca en una caja de Skinner. Es preciso insistir en que es posible obtener diversos tipos de medidas en el mismo experimento. Cuál ha de usarse depende parcialmente de la situación y parcialmente de las preferencias del experimentador.

Tres tipos de medidas se obtienen en la situación de aprendizaje:

a) Medidas de amplitud o magnitud: la cantidad de salivación en un experimento de condicionamiento clásico es el ejemplo más notorio. Igualmente la conductibilidad eléctrica de la piel. En general estas medidas se registran en forma gráfica, una aguja marca en el papel adecuado la amplitud de la respuesta del organismo.

b) Medidas de tiempo: una de ellas, la latencia, es el tiempo que requiere el animal para salir de la caja inicial, o para dar las primeras muestras de salivación; se ha usado ampliamente aunque tiene muchos puntos débiles. El número de respuestas dadas por un animal en una caja de Skinner durante un cierto tiempo ha sido considerado también dentro de esta categoría.

c) Medidas de probabilidad: incluyen medir la presencia o ausencia de la respuesta, y convertir los resultados en porcentajes. Es la medida más corrientemente empleada en experimentos de aprendizaje, tanto en condicionamiento clásico como instrumental.

Es preciso recordar que esta clasificación de tres medidas puede subdividirse [Hall, 1966] según que se obtengan durante los ensayos de *adquisición* o durante los ensayos de *extinción*. Es siempre importante decir dónde se obtuvo la medida, si en los callejones iniciales del laberinto, en los callejones del

medio o en los callejones finales, si durante el proceso de adquisición o el de extinción, etc. La velocidad con la cual una rata recorre el laberinto no es igual en todas las secciones del aparato, y este hecho se ha estudiado con cierta atención.

Un problema considerable en lo referente a la medición es que las diferentes medidas de aprendizaje no tienen una correlación muy alta. Aparentemente estamos midiendo procesos o fenómenos distintos con las diversas medidas.

¿Cuál medida elegir? Parece que la latencia no tiene relación con las otras, mientras que las medidas de frecuencia y de amplitud tienen una alta correlación. El fenómeno pone ciertas limitaciones al experimentador en cuanto al tipo de medida a utilizar. Lo demás depende de las preferencias de cada uno.

CURVAS DE APRENDIZAJE

En relación con el problema de la medición se halla el problema del registro de los resultados. La solución más aceptada es presentar la ejecución del organismo en forma gráfica, en la llamada curva de aprendizaje. Generalmente se colocan los ensayos o cualquier otro tipo de variable independiente en la ordenada. En esta forma tenemos una representación visual de la manera en que progresa el aprendizaje. Según la medida que usemos (por ejemplo amplitud o número de errores), la curva del aprendizaje subirá o bajará con el número de ensayos o con el paso del tiempo.

En casos excepcionales pueden usarse curvas individuales de cada sujeto, pero esto tiende a oscurecer el proceso, y los resultados son muy irregulares. Se prefiere promediar los datos de cada grupo y obtener curvas para cada uno de ellos; la comparación de los resultados del grupo experimental y del grupo de control puede proporcionar mucha más información que la comparación de sujetos individuales de

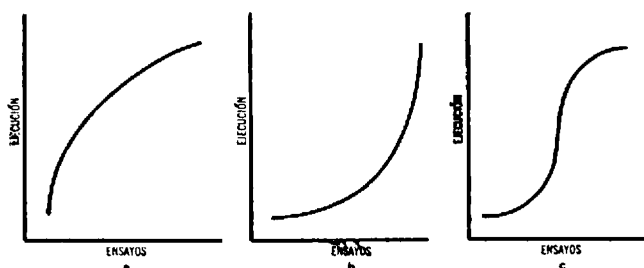


FIGURA 1. *Curvas de aprendizaje*

uno y otro grupo, cuyas variaciones individuales pueden oscurecer los resultados del tratamiento experimental.

La figura 1 muestra tres curvas de aprendizaje supuestamente típicas. En realidad la curva *a* y la curva *b* pueden ser partes de la curva *c*, que sería la curva típica del aprendizaje. El hecho de obtener una u otra curva dependería de qué tan adelantado estaba el proceso de aprendizaje cuando comenzamos a medir. Si estaba comenzando, obtuvimos *b*, si estaba adelantado, *a* y si tomamos todo el proceso, *c*.

Es preciso insistir en el hecho de que no todos los psicólogos aceptan esta interpretación. Muchos prefieren usar curvas positivamente aceleradas y otros usar curvas negativamente aceleradas. La forma de la curva puede invertirse representando errores en vez de aciertos, magnitud en vez de tiempo, etc. Se discute mucho si el aprendizaje es un proceso continuo, al cual cada ensayo contribuye un poco, y se va sumando para dar la resultante que se representa gráficamente en la curva de aprendizaje. Para un análisis de este problema (aprendizaje por pequeños incrementos *vs* aprendizaje en un solo ensayo) ver Hilgard y Bower [1966].

PRINCIPALES INSTRUMENTOS

La psicología del aprendizaje utiliza instrumentos sumamente refinados, aparatos eléctricos para recoger y analizar los datos, y formas muy cuidadosas de controlar las variables extrañas. Los laboratorios generalmente se encuentran en un sótano o en el último piso de un edificio, o utilizan una construcción especial diseñada específicamente para laboratorio de psicología; en esa construcción viven los sujetos animales, allí se les somete a las pruebas del caso, con el máximo aislamiento posible. El modelo continúa siendo "la torre del silencio" de Pavlov, en la cual se llevaron a cabo muchos de los trabajos pioneros en condicionamiento clásico que escribieron un nuevo capítulo de la psicología. Algunos de los principales instrumentos utilizados hoy día para el estudio del aprendizaje son:

1] *Instrumentos para condicionamiento clásico*: varían tanto que es imposible describirlos en detalle. La figura 2 muestra una representación bien conocida de un perro sometido a las manipulaciones experimentales del investigador. En esencia ésta es la misma situación que usó Pavlov hace medio siglo. Hoy tenemos medidas más refinadas pero el paradigma sigue siendo el mismo. En Prokasy [1965] se describen los tipos de investigación realizados actualmente con condicionamiento clásico.

2] *Laberintos*: son callejones, generalmente de madera, que se organizan en forma de T o de Y, sencilla o múltiple. La figura 3 muestra el llamado laberinto de Stone [Stone y Nyswander, 1927]. El animal se coloca a la entrada, y debe recorrer el laberinto y llegar a la salida (caja meta) donde encuentra el alimento.

Hunter [1920] propuso un laberinto no espacial sino temporal en el cual el animal debía dar una serie de vueltas, por ejemplo izquierda-derecha-izquierda-derecha con el fin de llegar a una meta. En

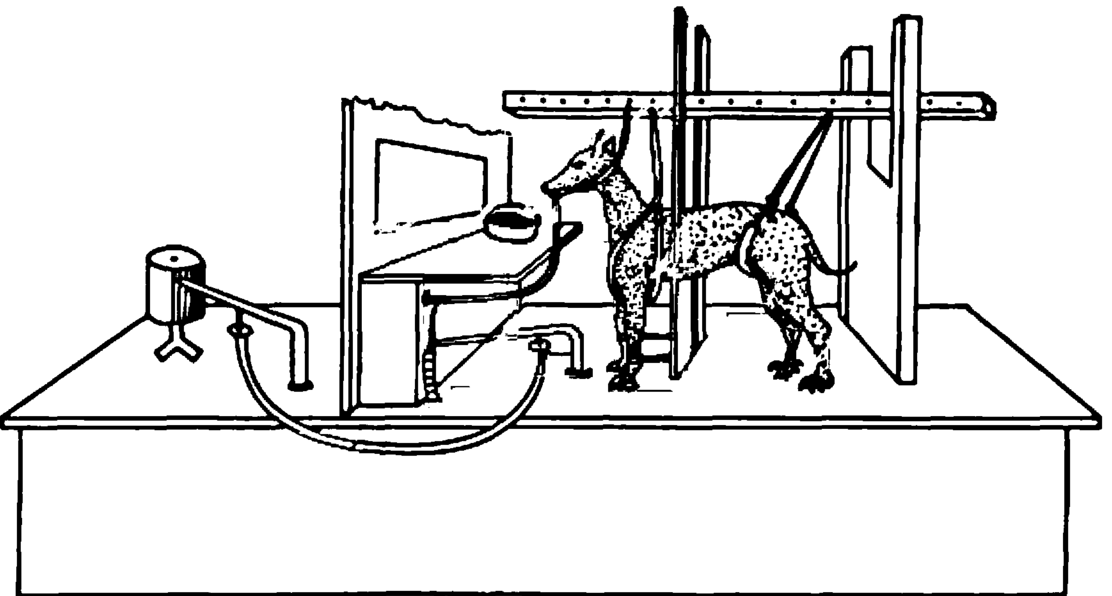


FIGURA 2. *Instrumento para condicionamiento clásico*

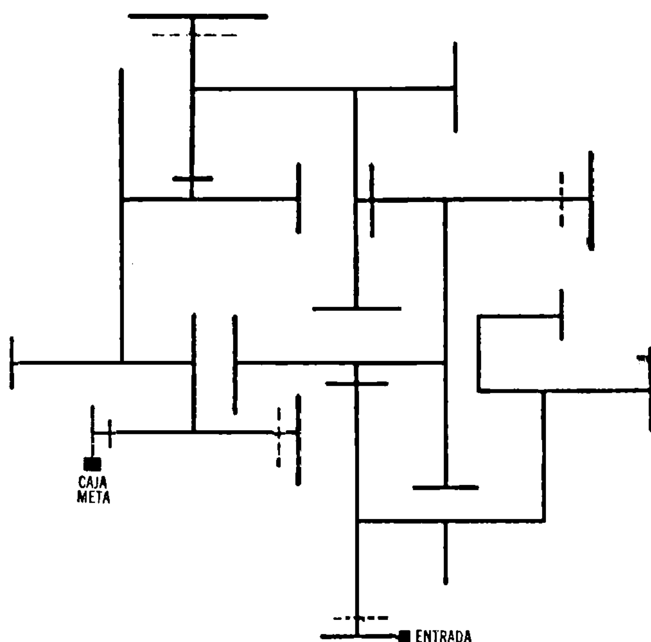


FIGURA 3. *Laberinto múltiple*

la figura 4 se presenta este tipo de laberinto. La puerta P es una barrera movible, que se coloca en cualquier lado para evitar que el animal complete una vuelta equivocada. El sujeto comienza en C, y la puerta S puede variarse en las direcciones indicadas en las líneas interrumpidas con el fin de forzar al animal en el callejón central después de completar cada vuelta.

También hay laberintos elevados que no tienen paredes, y permiten al animal utilizar las señales del cuarto como guías para alcanzar la meta. En realidad la complejidad del laberinto depende del ingenio del experimentador, y se han variado en numerosas formas para adaptarse a diferentes problemas del

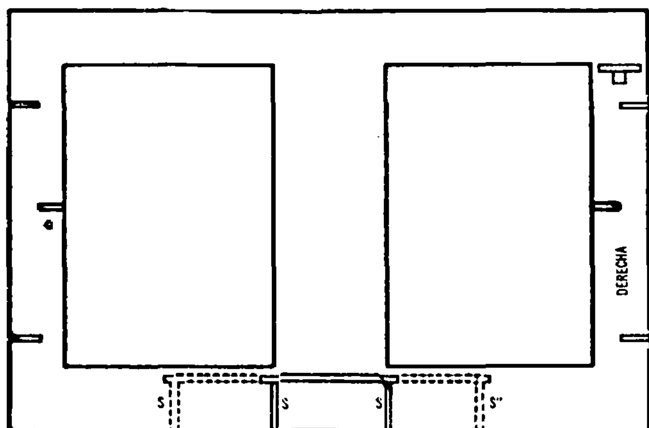


FIGURA 4. *Laberinto temporal*

aprendizaje. Tolman [1966] presenta una descripción muy completa de los numerosos laberintos construidos por él y sus estudiantes para demostrar que la rata mostraba "comprensión" de la situación experimental y que tenía una "meta" en su comportamiento.

3] *Aparato de discriminación*: Yerkes y Watson [1911] presentaron un aparato de discriminación para ser usado en ratas, que ha servido como modelo a otros muchos (figura 5). En esencia el animal se coloca en A, pasa a B, elige entre C1 y C2, y si la elección es la correcta de acuerdo con el diseño que el experimentador ha propuesto (por ejemplo si eligió la figura más grande o la menos brillante), pasa a D y de allí a E a recibir el alimento. De E pasa a A para el siguiente ensayo.

Similares instrumentos se han usado para estudiar la discriminación en seres humanos, y los resultados los analizaremos en el capítulo sobre aprendizaje de discriminación. Uno de los más importantes es el Wisconsin General Test Apparatus (WGTA) que se

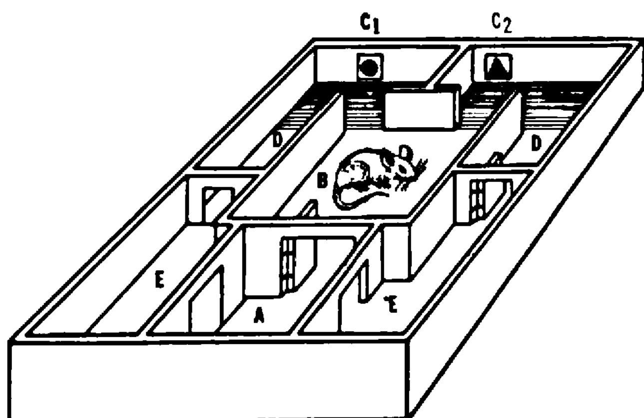


FIGURA 5. *Aparato de discriminación*

debe a Harlow [1949] y se concibió inicialmente para estudiar problemas de discriminación con monos.

4] *Caja de Skinner*: el condicionamiento operante requiere un control perfecto del ambiente y con este fin Skinner diseñó un aparato que se ha ido perfeccionando con el paso de los años, pero que en esencia consiste en un cubículo completamente aislado, a prueba de sonidos y con luz uniforme, en el cual se coloca el animal de experimentación. Generalmente hay en el instrumento un parlante que introduce un sonido uniforme y bajo, con el fin de anular sonidos perturbadores del exterior que pudieran ocurrir a pesar de las anteriores precauciones. Por medio de conexiones eléctricas la caja se programa automáticamente y la conducta del organismo se registra también en forma automática. En la caja hay un instrumento (por ejemplo una palanca) que el animal debe operar con el fin de conseguir el refuerzo; y un tubo o algo semejante por medio del cual se da el refuerzo (digamos alimento o agua). La caja generalmente está ventilada ya que el animal

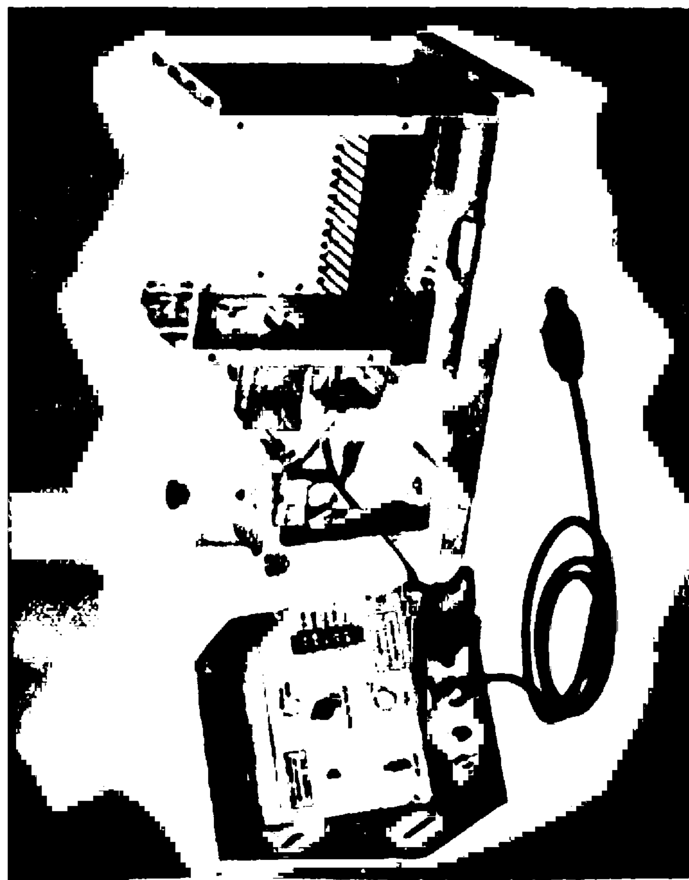


FIGURA 6. *Caja de Skinner*

debe pasar varias horas en ella. Es importante hacer notar que, debido a la programación y al registro automáticos, observaciones que durarán centenares de horas no requieren que el experimentador les dedique todo ese tiempo; él se limita a programar el aparato, y después a estudiar los registros (acumulativos). El problema de "recoger los datos" se simplifica inmensamente en esta forma.

La figura 6 es una fotografía de una caja de Skinner de las usadas con ratas o con monos. Hay varios modelos más, algunos de ellos usados con palomos, en los cuales el palomo en vez de presionar una palanca picotea un botón y obtiene alimento. En la figura pueden observarse las paredes, relativamente gruesas y la tapa, para aislar el aparato del ambiente; la palanca (en muchos modelos de caja de Skinner hay dos palancas), que el animal debe operar, según un programa de refuerzo; el tubo en la parte inferior de la pared frontal del aparato, por medio del cual se da el refuerzo en forma automática (en este caso agua); los dos botones de discriminación, que el animal puede aprender a tener en cuenta al oprimir la palanca (por ejemplo: oprimirla cuando los dos botones están iluminados produce alimento, hacerlo cuando lo está uno solo no produce alimento).

A la caja de Skinner se le conecta un instrumento de registro acumulativo, y el experimentador puede programar su aparato, colocar la rata en la caja y regresar varias horas después a estudiar los registros.

Hay muchos otros instrumentos, algunos de ellos muy ingeniosos, para estudiar el aprendizaje humano y animal. En numerosos casos se utilizan circuitos eléctricos y programación automática.

5

CONDICIONAMIENTO CLÁSICO

Aunque los orígenes del condicionamiento pueden remontarse a Descartes por una parte, y al asociacionismo británico por otra, fue Ivan P. Pavlov [1849-1936] quien realizó los primeros experimentos sobre "secreciones psíquicas" en animales, que dieron origen a toda la investigación de los reflejos condicionados. Los trabajos anteriores fueron simples observaciones de sentido común, o elaboradas teorías fisiológicas como la de Sechenov [1829-1905], cuyo libro más importante, *Los reflejos del cerebro,* fue publicado en Rusia en 1863, y tuvo gran influencia en el pensamiento de Pavlov.

Pavlov comenzó estudiando la digestión, y con base en sus trabajos halló que los animales de experimentación segregaban saliva antes de entrar en contacto con el alimento. ¿Cómo explicar esta "acción a distancia" del alimento sobre el organismo del animal? Pavlov notó que el hecho de oír los pasos del experimentador que traía el alimento, o ver el plato, o cualquier otro estímulo que hubiera precedido sistemáticamente al alimento, producía secreción salival. Como buen científico que era realizó centenares de cuidadosos experimentos sobre este fenómeno, ayudado por una docena o más de estudiantes, y concibió una elaborada teoría de la manera en que actúan los *reflejos condicionados.* En cuanto a este nombre, se basa en Sechenov y su teoría de los reflejos adquiridos, aprendidos, y que aparecen en "ciertas condiciones"; el término ruso "reflejos condicionales" fue convertido en "condicionados" al traducir las obras de Pavlov a otros idiomas modernos. De modo

que la expresión "reflejos condicionados" se basa en un equívoco y debe decirse "reflejos condicionales o condicionantes". Sin embargo como el lenguaje tiene una función social, y el término "condicionado" se ha perpetuado, nos atenemos a él en el presente libro.

CONDICIONAMIENTO CLÁSICO Y OPERANTE

La expresión "condicionamiento clásico" es sinónimo de condicionamiento pavloviano. Se opone al condicionamiento instrumental, operante o skinneriano. Aunque las diferencias entre ambos son muy controvertidas, y recientemente Miller [1969] ha demostrado inequívocamente que la distinción entre condicionamiento clásico y operante no es clara ni exacta, y que no sabemos si hay dos procesos diferentes o uno solo, la distinción que se acostumbra a hacer entre ellos se muestra en el cuadro 1.

Este cuadro presenta todas las distinciones que se han propuesto hasta la fecha. Thorndike en su aprendizaje por ensayo y error presentó un proceso de condicionamiento que era muy diferente del condicionamiento pavloviano. Skinner analizó en detalle esta conducta emitida por el organismo y la comparó con la conducta desencadenada por el estímulo. En ambos tipos de condicionamiento lo esencial era el procedimiento, las operaciones experimentales diferentes que se usaban en los dos casos: en el condicionamiento clásico el refuerzo (alimento) se daba siempre cualquiera que fuera el comportamiento del animal (podía salivar o no salivar, de todos modos recibía el alimento); en el condicionamiento operante, en cambio, el animal recibía el refuerzo sólo si emitía el comportamiento "adecuado", el que el experimentador quería (por ejemplo si oprimía la palanca en la caja de Skinner cada vez que aparecía la luz roja en el botón de la derecha).

Además de este procedimiento, los especialistas insistieron en que estos dos "tipos de aprendizaje"

CUADRO 1

COMPARACIÓN ENTRE CONDICIONAMIENTO CLÁSICO Y CONDICIONAMIENTO OPERANTE

	Clásico	*Operante*
1] autores	Pavlov	Skinner, Thorndike
2] origen de la respuesta	desencadenada por el estímulo	emitida por el organismo
3] procedimiento	el refuerzo se presenta siempre después del estímulo condicionado, cualquiera que sea el comportamiento del organismo	el refuerzo se presenta sólo si el sujeto responde adecuadamente
4] sistema nervioso	autónomo	central
5] respuestas	viscerales	esqueléticas
6] voluntario o no	involuntario	voluntario
7] asociación	de estímulos (E-E)	de estímulos y respuestas (E-R)
8] leyes	de contigüidad	del efecto
9] respuesta condisionada y respuesta incondicionada	iguales siempre	diferentes siempre
10] influencia del refuerzo parcial	disminuye la fuerza de la respuesta	aumenta la fuerza de la respuesta

correspondían a la acción del sistema nervioso autónomo (simpático y parasimpático) en el caso del condicionamiento clásico, y a la acción del sistema nervioso central en el caso del condicionamiento operante. O sea que en el primer caso sería "involuntario" y en el segundo "voluntario". Claro está que nunca hubo una manera objetiva de probar qué quería decir "voluntario", y nadie sabía realmente si era científicamente válido decir que la rata "deseaba" oprimir la palanca y recibir su bolita de

alimento, y que el perro "no quería" salivar al oír la campana que precedía al alimento.

En el caso del condicionamiento clásico la asociación era de estímulos (E-E), según la descripción bien conocida de los empiristas ingleses, mientras que en el caso del condicionamiento operante era de estímulos y respuestas. Las leyes en el primer caso eran de asociación por contigüidad (estímulos que ocurren juntos se asocian), y en el segundo el proceso se llevaba a cabo por medio de la ley del efecto (para que se asocien tienen que haber conducido a "consecuencias satisfactorias", como decía Thorndike). En el caso del condicionamiento clásico la respuesta condicionada y la incondicionada eran siempre iguales (por ejemplo salivar, ante la carne y ante la campana que precedía a la carne), mientras que en el condicionamiento operante eran siempre diferentes (presionar la palanca y comer).

En realidad todas estas diferencias siguen siendo válidas, dentro de ciertos límites. La última diferencia, relacionada con la influencia del refuerzo parcial, parece ser la más importante de todas; es una diferencia de carácter operacional y nos lleva a afirmar que en el estado actual de nuestros conocimientos hay dos tipos de aprendizaje, clásico e instrumental, no importa si uno está mediado por el sistema nervioso central y el otro por el sistema nervioso autónomo, o si es "voluntario" o no. La diferencia básica es la siguiente: el refuerzo parcial disminuye la fuerza de la respuesta en el condicionamiento clásico, y la aumenta en el condicionamiento instrumental.

Operacionalmente, el experimentador presenta el refuerzo solamente en algunos ensayos, mientras que en los demás presenta el estímulo condicionado solo (campana sin comida, presionar la palanca no conduce a recibir el alimento). En el condicionamiento clásico esto lleva a deteriorar seriamente el aprendizaje y puede interferir en él [Razran, 1955, 1956]. Pavlov mismo encontró que si se da alimento con una

frecuencia menor de cada segundo o cada tercer segundo es completamente imposible condicionar al animal. En el condicionamiento operante, en cambio, la situación es la opuesta; Skinner [1938] halló que se puede reforzar el animal una vez cada 192 ensayos, y esto produce gran resistencia a la extinción. Este hecho es la base de los programas de refuerzo, que estudiaremos en el próximo capítulo: se refuerza una vez cada cierto número de ensayos, o cada cierto tiempo, que puede ser fijo o variable. Con estos procedimientos se logra controlar en forma muy completa el comportamiento del organismo en la situación de aprendizaje. Si en el condicionamiento instrumental el refuerzo parcial disminuyera la fuerza de la respuesta (como pasa en el condicionamiento clásico) en vez de aumentarla, los programas de refuerzo serían completamente imposibles.

En resumen se han propuesto dos "tipos" de aprendizaje, cuya comparación hemos presentado en el cuadro 1. La mayoría de las diferencias son muy discutibles, con excepción de la influencia del refuerzo parcial en la fuerza de la respuesta. Este último punto nos lleva a aceptar la existencia de dos tipos de aprendizaje, aunque sin especular sobre su fundamento fisiológico ni sus propiedades, que deben ser estudiadas experimentalmente.

Es importante notar también, como Kimble [1961] ha indicado, que es imposible realizar experimentos de condicionamiento instrumental sin que el condicionamiento clásico tome parte: las señales de la situación experimental se asocian con el refuerzo por medio de un proceso de condicionamiento clásico. Por otra parte, también las operaciones de condicionamiento clásico incluyen algún aspecto de condicionamiento instrumental.

EI, EC, RI Y RC

Después de la anterior comparación del condiciona-

miento clásico y el instrumental, nos adentramos en el estudio del primero, dejando el condicionamiento instrumental para el próximo capítulo. Es preciso definir claramente qué se entiende por estímulo incondicionado (EI), estímulo condicionado (EC), respuesta incondicionada (RI) y respuesta condicionada (RC).

Estímulo incondicionado (EI): es cualquier estímulo que evoque una respuesta regular y medible en el organismo por un período suficientemente largo [Hall, 1966]. Puede deberse a la estructura innata del organismo o a la influencia del aprendizaje previo.

Estímulo condicionado (EC): es un estímulo originalmente neutro, o sea que al comienzo de la sesión experimental no produce la respuesta en forma regular y medible. Este estímulo se asocia con el incondicionado y lleva a producir la respuesta.

Respuesta incondicionada (RI): respuesta desencadenada por el estímulo incondicionado.

Respuesta condicionada (RC): aspecto o parte de la respuesta incondicionada que es desencadenada por el estímulo condicionado cuando se ha estudiado la asociación de ellos.

El diagrama del condicionamiento clásico, que se ha convertido en algo repetido innumerables veces en los textos de psicología, puede verse en la figura 7.

Este diagrama muestra entre otras cosas algo que ya veíamos en el cuadro 1, que en el condicionamiento clásico la respuesta incondicionada y la condicionada son siempre iguales (punto 9). Sin embargo realmente no lo son. Las *diferencias* entre la RI y la RC pueden ser muy relativas, o ser de grado o cantidad, pero en todo caso son dignas de tener en cuenta. Son las siguientes:

a) La RC es una parte de la RI total (la salivación, por ejemplo, no es toda la respuesta incondicionada al alimento sino una parte de ella; el animal saliva

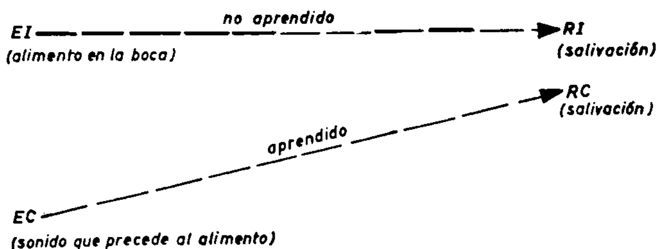


FIGURA 7. *Proceso de condicionamiento clásico*

ante el estímulo condicionado pero no intenta por ejemplo masticar la campana).

b) La RC es generalmente preparación para el EI.

c) La RC puede extinguirse, y en realidad se extingue si no se refuerza con el estímulo incondicionado.

d) La RC tiene una latencia mayor y una amplitud menor que la RI.

Estas cuatro diferencias no significan, sin embargo, que en una situación dada la RI y la RC puedan distinguirse: prácticamente son equivalentes, al menos en su aspecto superficial.

Como es fácil ver, el condicionamiento clásico es un proceso por el cual la capacidad de desencadenar una respuesta se transfiere de un estímulo a otro. Representa un proceso sumamente general, que se ha estudiado en todo el reino animal y con infinidad de estímulos y respuestas. Parece ser que *todos* los animales pueden someterse a un proceso de condicionamiento clásico, y que *cualquier estímulo* detectable por un organismo puede usarse como EC.

OPERACIONES

Varios paradigmas experimentales pueden usarse al realizar investigaciones con condicionamiento clásico. Los más importantes son:

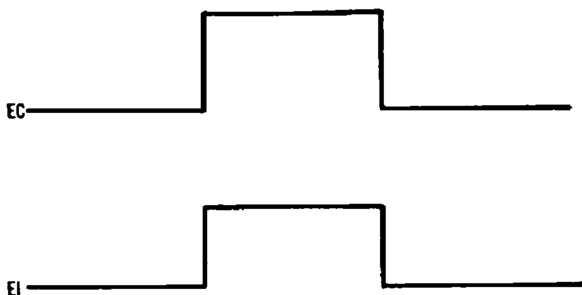


FIGURA 8. *Condicionamiento simultáneo*

1] *Condicionamiento simultáneo*: el EC y el EI se presentan simultáneamente, como se observa en la figura 8.

2] *Condicionamiento de retardo*: el EC se presenta un poco antes del EI, generalmente medio segundo antes. Éste es el procedimiento más usado y se indica en la figura 9.

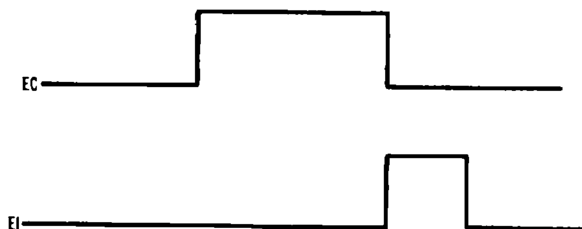


FIGURA 9. *Condicionamiento de retardo*

3] *Condicionamiento de huella*: el EC se presenta y se termina antes de presentarse el EI. El diagrama se presenta en la figura 10. Indica que el condicionamiento se basa en una huella o vestigio neutral que deja el EC; realmente parece que el tiempo es el factor más importante en este diseño.

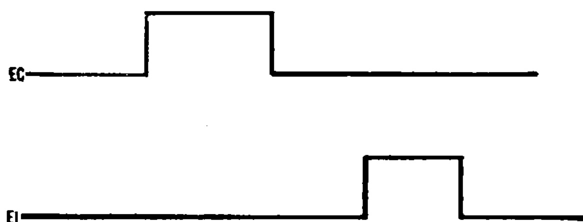


FIGURA 10. *Condicionamiento de huella*

4] *Condicionamiento temporal*: el EI se presenta a intervalos regulares, por ejemplo una vez cada minuto y la respuesta condicionada puede aparecer en el momento en el que se debería presentar el EI. Este procedimiento se usa con bastante frecuencia en los laboratorios soviéticos.

5] *Condicionamiento retrógrado*: el EC se presenta después de la terminación del EI. Se discute mucho si este procedimiento implica condicionamiento "verdadero" o seudocondicionamiento. Una buena discusión del problema puede hallarse en Razran [1956]. El diagrama se presenta en la figura 11.

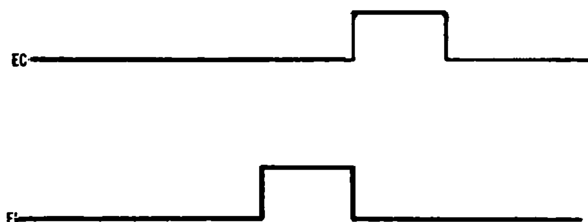


FIGURA 11. *Condicionamiento retrógrado*

SEUDOCONDICIONAMIENTO

El problema del condicionamiento retrógrado, cuya situación no es muy clara en psicología, nos lleva a

estudiar el seudocondicionamiento, fenómeno descrito primeramente por Grether [1938]. Reside en el fortalecimiento de la respuesta a un estímulo que previamente era neutro, debido al desencadenamiento repetido de la respuesta por otro estímulo, sin que los dos estímulos se hayan pareado [Kimble, 1961]. En otras palabras la respuesta (R) al estímulo E_1 que antes era neutro se fortalece porque E_2 desencadena repetidamente la misma respuesta (R) aunque E_1 y E_2 no se han pareado.

Esto realmente no es condicionamiento, porque no se parean el EC y el EI, que es la condición indispensable para que exista condicionamiento clásico. Es algo similar, que introduce una fuente de error en ciertos experimentos. Puede considerarse como condicionamiento a la situación total del experimento, o como condicionamiento a estímulos no controlados.

RESPUESTAS VOLUNTARIAS

En la investigación con sujetos humanos se introduce otra fuente de error por el deseo del sujeto de "cooperar" con el experimentador. Es un hecho que la situación experimental pone ciertas demandas o exigencias en el sujeto; cuando éste desea cooperar puede responder antes de lo natural, en el momento en que esperaría que se presentara el estímulo al cual debe responder. Generalmente se le dice al sujeto que no luche contra el condicionamiento pero que tampoco trate de responder voluntariamente a los estímulos. Realmente la única forma de evitar esta fuente de error es usar sujetos animales, o darle a los sujetos humanos instrucciones que neutralicen el efecto de las respuestas voluntarias; otra solución es incluir en el diseño grupos de control para evitar este factor de las respuestas voluntarias.

PROCESOS

Algunos de los términos anteriormente usados y que se refieren a *procesos* requieren una definición precisa, por ejemplo adquisición, extinción, inhibición, etc. Pavlov no se limitó a realizar cuidadosos experimentos sino que también postuló una serie de procesos fisiológicos para explicarlos. Una buena descripción de estos modelos fisiológicos puede encontrarse en el capítulo sobre Pavlov del libro de Hilgard y Bower [1966]. Sin embargo, es preciso decir que esas teorías fisiológicas de Pavlov han sido modificadas con el avance de la neurofisiología y la neuropsicología. Los procesos de excitación e inhibición propuestos por él, la irradiación cortical, etc., no eran sino descripciones fenomenológicas, si somos estrictos en el uso de los términos. Todavía siguen apareciendo artículos en las revistas psicológicas que presentan experimentos realizados con el fin de probar uno u otro aspecto de la teoría de Pavlov, la mayoría de los cuales dan resultados negativos. Pavlov se equivocó en cuanto a sus modelos fisiológicos.

Sin embargo los *principios psicológicos* descubiertos por él se aceptan, y han dado origen a numerosísimas investigaciones. En este lugar vamos a presentar algunos de los principios básicos del aprendizaje, que no son estrictamente pavlovianos pero que en su inmensa mayoría (del orden del 80 o el 90%) proceden de la obra y de la terminología usada por Pavlov. La obra de Pavlov fructificó más en el terreno de la psicología que en el de la fisiología, lo cual seguramente extrañaría al mismo Pavlov. Los procesos son los siguientes:

1] *Adquisición:* proceso básico del aprendizaje por medio del cual una respuesta pasa a formar parte del repertorio de un organismo. Se observa por un cambio en el comportamiento, y puede medirse por alguno de los medios descritos antes (magnitud, latencia, probabilidad, etcétera).

2] *Extinción*: proceso por el cual una respuesta se debilita si no se refuerza. Después de haber adquirido una respuesta, si el animal no recibe refuerzo durante cierto número de ensayos, la respuesta termina por extinguirse. El número de respuestas que el animal da antes de dejar de responder depende de numerosos factores. La *resistencia a la extinción* se ha considerado como una medida del aprendizaje previo, aunque últimamente ha dejado de interesar a los científicos.

3] *Recuperación espontánea*: una respuesta que se ha extinguido puede reaparecer más adelante, una vez que ha transcurrido cierto tiempo. Sin embargo, la respuesta sólo recupera parte de su fuerza. La función que se obtenga en recuperación espontánea depende de muchos factores, entre otros de la fuerza original de la respuesta, y del tiempo transcurrido desde que se extinguió.

4] *Generalización del estímulo*: una respuesta condicionada a cierto estímulo tiende a reaparecer en presencia de estímulos similares; el grado de generalización depende de la similitud entre el estímulo original y el nuevo. Este importante problema de la generalización del estímulo será estudiado en otro lugar.

5] *Generalización de la respuesta*: es la contraparte de la generalización del estímulo. Si un organismo ha aprendido a reaccionar con la respuesta B al estímulo A, tiene tendencia a reaccionar también con B', que es diferente de B pero similar en algún aspecto. Un ejemplo clásico es el del perro que aprendió a reaccionar levantando una pata, y si se la amarra a la mesa del laboratorio reacciona al mismo estímulo original levantando otra pata.

Pavlov propuso también otros principios, tales como inhibición externa, desinhibición, inhibición de retardo, sumación, diferenciación de la respuesta, generalización de la extinción, discriminación, inhibición condicionada, etc. Uno de los más conocidos

fue el condicionamiento de segundo orden, que es el proceso en el cual después de establecer firmemente una RC a un EC este EC se parea con otro EC neutro con el fin de obtener una RC. También es posible obtener condicionamiento del tercer orden, aunque Pavlov sólo lo logró con reflejos de defensa, y no fue capaz de establecer reflejos de cuarto orden en perros. Una descripción de estos trabajos puede hallarse en Pavlov [1959].

VARIABLES

Hay una serie de variables descubiertas experimentalmente que influyen en el condicionamiento. Las principales son:

a) Variables del estímulo: el EI debe ser suficientemente dominante, saliente o prepotente para poder afectar la situación experimental. En caso contrario los estímulos competidores tenderán a distraer al animal y a evitar el condicionamiento. Los siguientes factores tienden a facilitar el condicionamiento: aumentar la intensidad del EI, hacer el EI más claramente discriminable o distinguible, aumentar el número de sus componentes (por ejemplo hacer intervenir dos modalidades sensoriales en vez de una, digamos el oído y el tacto), aumentar la intensidad del EC hasta cierto número razonable, hacer que el EC sea muy corto (aunque distinguible para el organismo).

b) El intervalo entre el EC *y el* EI: se han tratado diferentes intervalos, tanto en condicionamiento de retardo como de huella y se ha encontrado que existe un intervalo óptimo, medio segundo entre EC y EI. Este intervalo parece poder generalizarse para diferentes especies y para diferentes situaciones, y se ha venido a considerar como un "principio aceptado" en psicología del aprendizaje. Es preciso insistir en que no se han estudiado suficientes especies como para saber si este intervalo tiene suficiente generali-

dad o no. En condicionamiento con choques eléctricos parece ser que 5 segundos (en vez de .5) es el intervalo óptimo [Razran, 1957].

c) El intervalo entre ensayos: ¿con qué frecuencia debe presentarse el EC para que sea más eficaz? Se ha encontrado también en forma experimental que 90 segundos es el mejor intervalo entre uno y otro ensayo (ITI). Intervalos más demorados ni ayudan ni dificultan el condicionamiento, pero intervalos menores de 90 segundos claramente impiden el proceso del condicionamiento. Un ITI (intervalo entre ensayos) constante produce mejores resultados, o sea mejor condicionamiento, que un ITI variable; el variable se usa, con un cierto promedio (por ejemplo de 10, 20, 30, 40 y 50 segundos, alrededor de un promedio de 30 segundos).

Después de estudiar estas variables podemos preguntarnos: ¿qué tan general es el proceso de condicionamiento?

GENERALIDAD

Es posible afirmar que todas las especies animales pueden condicionarse; que organismos de cualquier edad (incluso antes de nacer) pueden condicionarse; que cualquier estímulo puede usarse como EC y que cualquier respuesta puede convetirse en RC. Esta asombrosa generalidad del condicionamiento clásico, que se extiende a todo lo largo de la escala filogenética, a todas las edades y a todos los estímulos y respuestas, ha hecho que el proceso del condicionamiento merezca atención especial de los psicólogos y de muchos otros científicos. Sin embargo, es preciso indicar algunas restricciones especiales en lo referente a la generalidad del condicionamiento clásico.

1] *Generalidad filogenética*: los primeros trabajos se hicieron con mamíferos, especialmente con perros, gatos, ratas, monos y hombres. Más adelante se estudiaron las aves, los invertebrados e incluso las

especies que se encuentran en el extremo inferior de la escala evolutiva. El condicionamiento se ha comprobado repetidamente en moluscos y anélidos [Thompson, 1917; Ratner y Miller 1959]; en equinodermos; especialmente en la estrella de mar [Thorpe, 1956], en los platelmintos, sobre todo en la planaria [Thompson y McConnell, 1955], y en muchas otras especies. Sin embargo, es claro que en los límites inferiores de la escala filogenética este proceso no tiene mucha importancia para adaptar el organismo a su ambiente, ni está muy desarrollado. Se encuentra, y por eso el condicionamiento clásico puede generalizarse a ambos extremos de la "escala filogenética". Es probable que los procesos del condicionamiento se hallen también en *plantas* (especialmente las que se mueven como la mimosa), pero este punto no se ha definido claramente todavía.

2] *Generalidad ontogenética*: en el hombre el condicionamiento puede lograrse antes del nacimiento. Spelt [1948] condicionó fetos humanos de 6½ a 8½ meses a dar una respuesta de golpear en el vientre materno cuando se estimulaba tactilmente el estómago de la madre (EC), si esta estimulación se había asociado con un ruido fuerte (EI). En embriones de pollo se ha logrado el condicionamiento 7 días antes del nacimiento; la respuesta persiste después del nacimiento si el animal se conserva en la oscuridad y no se prueba en un ambiente que sea demasiado diferente del ambiente prenatal.

El punto básico en lo relacionado con los límites ontogenéticos es si la respuesta a ser condicionada es suficientemente fuerte en el repertorio del organismo en la edad en la cual se está tratando de condicionar.

En cuanto a los ancianos de cualquier especie, parece que la condicionabilidad disminuye un poco con la edad, posiblemente debido a la habituación a los estímulos incondicionados [Brown y Geiselhart, 1959].

3] *Generalidad del estímulo*: cualquier estímulo

puede usarse como EC, siempre que se encuentre por encima del umbral perceptivo del organismo y que no sea demasiado intenso. Aunque la mayor parte de las investigaciones se realizan con estímulos visuales y auditivos, también se ha logrado condicionamiento con estímulos propioceptivos, olfatorios, gustatorios y tactiles. Sin embargo, en ciertos organismos unas clases de estímulos pueden ser más efectivas que otras [Spence, Haggard y Ross, 1958].

La característica distintiva del estímulo para que pueda usarse como EI es que desencadene la respuesta en forma consistente, y que no se adapte demasiado rápidamente.

4] *Generalidad de la respuesta*: cualquier respuesta es condicionable, tanto de los músculos estriados como lisos. Bykov [1957] demostró el condicionamiento de la actividad de los riñones, la vejiga y el bazo. Kellog y Spanovik [1953] demostraron cambios en la actividad respiratoria de los peces durante el condicionamiento. Actividades musculares han sido condicionadas casi en cualquier dirección.

6
CONDICIONAMIENTO OPERANTE

Las características esenciales del condicionamiento operante o instrumental se han presentado en el capítulo anterior (cuadro 1), al compararlo con el condicionamiento clásico. Aquí vamos a estudiar con más detalle esas características, los procesos principales, y la generalidad del condicionamiento operante. Esta área de investigación está ligada al nombre de B. F. Skinner [1904-], psicólogo de Harvard, quien descubrió los principios básicos del condicionamiento operante, los sistematizó en varios libros y artículos [Skinner, 1938; 1953; 1959] y los aplicó a la educación, a los problemas clínicos, a la conquista del espacio y a los problemas sociales [1968, 1974].

El condicionamiento operante es un proceso de ejercer control sobre la conducta de un organismo en un cierto ambiente, por medio de la aplicación del refuerzo. Incluye máxima flexibilidad y adaptabilidad, mientras que el condicionamiento clásico, como veíamos antes, es bastante rígido. Skinner [1938] distinguió entre conducta desencadenada por el estímulo (condicionamiento *respondiente*) y conducta emitida por el organismo (condicionamiento *operante*). Es obvio que la mayor parte de la conducta de los organismos, especialmente de los organismos humanos, es operante y no respondiente. De la importancia de este enfoque en psicología científica se han desprendido numerosas aplicaciones, que se presentan detalladamente en Honig [1966].

CARACTERÍSTICAS

El condicionamiento operante como método, como técnica y como "escuela" psicológica (aunque sus seguidores no estarían de acuerdo en considerarlo una nueva escuela) tiene características muy definidas. Por otra parte, aunque Skinner propuso su sistema y describió sus experimentos en 1938 e incluso antes, sólo se le tomó en serio alrededor de 1950. Hoy el condicionamiento operante es el enfoque de la psicología que crece con mayor rapidez; sus principios, sus aplicaciones y sus seguidores se multiplican aceleradamente. Una de las razones para ello es que el condicionamiento operante tiene características muy claras y definidas, que son las siguientes:

1] Interés en el *control del ambiente*: el sujeto en la situación experimental se coloca en un ambiente a prueba de ruidos, sin variaciones de iluminación, sin estímulos extraños, y se trata de controlar toda la situación con el fin de poder variar la conducta del sujeto variando el ambiente.

2] *Control del comportamiento* del sujeto: en una caja de Skinner (ver descripción y figura 6) el animal explora la situación, y accidentalmente oprime la palanca; inmediatamente es reforzado con una bolita de alimento, y esto lleva al animal a presionar de nuevo la palanca una y otra vez. Por medio del refuerzo, administrado según ciertos programas, se controla la conducta del sujeto.

3] Estudio intensivo del sujeto *individual*: ordinariamente se usan muy pocos sujetos en los experimentos sobre condicionamiento operante, y el comportamiento de cada uno de ellos se registra independientemente en un aparato de registro acumulativo. No se promedian los datos de un grupo de sujetos, como se hace en otros enfoques de la psicología del aprendizaje, porque según los psicólogos operantes esto llevaría a confundir las varia-

bles y a introducir fuentes de error. Ellos no tienen el menor interés en las técnicas estadísticas, el estudio del análisis de varianza, ni en modelos matemáticos del aprendizaje. Consideran que cada sujeto puede dar suficiente información, y que el experimentador tiene como objetivo único controlar la conducta del sujeto. Decir que es "significativo al nivel de 1 por ciento de probabilidad", o cosa parecida, es simplemente absurdo, según los psicólogos operantes.

4] Interés en el *comportamiento* y sus leyes, no en los correlatos fisiológicos: las leyes del aprendizaje se han descubierto a nivel de conducta, no a nivel fisiológico. El modelo del organismo "vacío" o "caja negra" (expresión tomada de la cibernética) implica que el psicólogo está interesado en el comportamiento como comportamiento, no importa qué esté sucediendo en el sistema nervioso cuando el organismo aprende, no importa si se presentan alteraciones a nivel sináptico o a nivel celular, si cambia la estructura del RNA, o si sucede algo semejante. Lo importante es el comportamiento y la manera de controlarlo por medio del refuerzo.

5] Programación y registro *automáticos* y continuos: en el condicionamiento operante se ha seleccionado como medida la *tasa de respuesta,* que es una unidad sencilla y fácilmente medible. El psicólogo está interesado en observar las respuestas del organismo en forma continua, para lo cual se vale de programación automática que le simplifica el trabajo y le ahorra innumerables horas de trabajo. El registro de la respuesta se lleva a cabo con un instrumento acumulativo, que estudiaremos a continuación

Algunos especialistas podrían citar otras características del condicionamiento operante, pero éstas son las más distintivas. Podrían incluir también el hincapié en las contingencias del refuerzo, en la tasa de respuesta como unidad, en la observación objetiva del comportamiento y en la descripción del

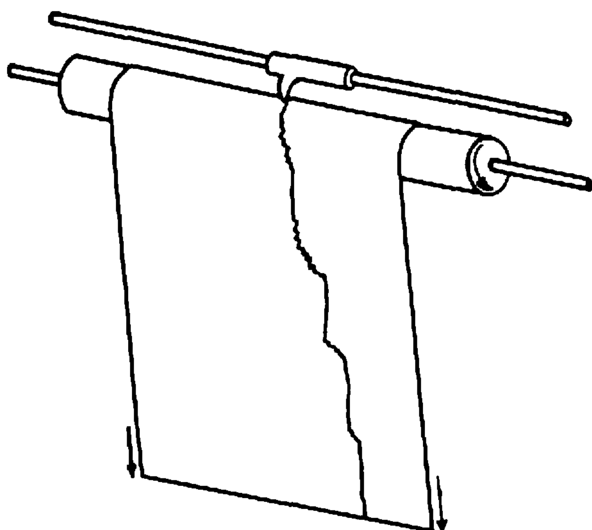


FIGURA 12. *Registro acumulativo*

mismo sin recurrir a variables intermediarias o participantes, etc.; sin embargo, creemos que todos estos puntos están incluidos en las cinco características presentadas antes.

REGISTRO ACUMULATIVO

Un instrumento para registrar el comportamiento que se ha convertido en algo imprescindible en todos los laboratorios de psicología en los cuales se trabaja en condicionamiento operante es el registrador acumulativo. Consiste en una pluma que traza una línea en un rollo de papel que se mueve a una velocidad constante. Cada vez que el animal da una respuesta la pluma se mueve una pequeña distancia, fija, en el rollo de papel. Si el animal responde lentamente la inclinación del registro no será muy grande; si responde más rápidamente, el registro será más inclinado. Es importante recordar que la pluma

no vuelve a su punto inicial, o sea que no baja de nuevo. Si el animal no responde, la pluma traza una línea horizontal. La figura 12 muestra un registro de este tipo.

MOLDEAMIENTO

Con el fin de controlar el comportamiento de un organismo y hacer que actúe como el experimentador quiere, se comienza por reforzar (por dar alimento) cada vez que el organismo se comporte en alguna forma relacionada con el objetivo que se desea lograr. En otras palabras, se refuerzan aproximaciones sucesivas al objetivo. Este proceso se denomina moldeamiento (*shaping* en inglés) y se ha convertido también en una técnica universalmente usada en el condicionamiento operante.

Por ejemplo, si queremos que el animal presione tres veces la palanca en la caja de Skinner, comenzamos por darle una bolita de alimento cada vez que mire hacia el lado de la palanca, cada vez que se acerque a ella, cada vez que la huela, cada vez que la muerda, que la presione, etc., hasta que presione tres veces como nosotros queríamos. Es preciso tener mucho cuidado en este proceso (que es un verdadero arte), con el fin de no reforzar comportamientos irrelevantes, ni producir conducta *supersticiosa.* Se denomina conducta supersticiosa la que se asocia accidentalmente con el refuerzo; por ejemplo, si la rata recibió alimento al rascarse y presionar la palanca, tenderá a rascarse siempre antes de presionar la palanca; sin embargo, con el tiempo, con muchos ensayos, y por simple ley del "mínimo esfuerzo" el comportamiento de rascarse tenderá a desaparecer, y la rata presionará la palanca por alimento sin preocuparse de rascarse antes.

En el proceso de moldeamiento el arte reside en reforzar las aproximaciones sucesivas al objetivo que hemos fijado. Pero si el animal "da marcha atrás",

conductas que se reforzaron antes ya no se refuerzan; por ejemplo, si reforzamos el comportamiento de morder la palanca y después el animal la presiona una vez (y queremos que presione tres veces), si vuelve a morder la palanca no le debemos dar refuerzo.

ADQUISICIÓN Y EXTINCIÓN

El condicionamiento operante, como hemos visto, es el proceso en el cual se modifica la probabilidad de una respuesta con base en sus *consecuencias*.

Se insiste en el *control* del comportamiento, y se considera que entender un fenómeno equivale a controlarlo. El condicionamiento operante trabaja con dos tipos de determinantes del comportamiento: 1] *ambientales*, y 2] *históricos*. Los determinantes ambientales son contemporáneos, se encuentran en el medio en el cual se mueve el organismo en este momento. En cambio los determinantes históricos son experiencias del pasado, que forman la historia previa de refuerzo.

En general, las características de un comportamiento y su probabilidad de ocurrencia están controladas por: las condiciones ambientales, los eventos que preceden o acompañan al comportamiento, los eventos que varían como consecuencia del comportamiento, y la historia previa de refuerzo [véase Millenson, 1974; Reynolds, 1973; Ardila, 1974].

Los estímulos se han dividido en varias categorías, cuya utilidad depende de la situación con la cual se esté trabajando:

1. Estímulos evocadores: son eventos ambientales que preceden regularmente al comportamiento, van siempre antes de la respuesta. Evocan, como su nombre lo indica, las respuestas respondientes (clásicas), las cuales son fijas y estereotipadas.

2. Estímulos discriminativos: preceden o acompañan las respuestas pero no las evocan. Incrementan

la probabilidad de las respuestas que en el pasado fueron reforzadas en presencia de los mismos estímulos discriminativos.

3. Estímulos reforzantes: son eventos que van después de las respuestas. Incrementan la frecuencia de las respuestas que los preceden.

4. Estímulos neutrales: no producen cambios en el comportamiento, sea que precedan, acompañen o vayan después de la respuesta.

La mayor parte del comportamiento, especialmente del comportamiento humano, es operante. Esto implica que para comprender la manera como actúan los organismos, es preciso colocar suficiente énfasis en los estímulos discriminativos y en los estímulos reforzantes. Solo una parte muy pequeña del comportamiento de los organismos superiores está basada en los principios clásicos, y por esto no es tan importante el estudio de los estímulos evocadores.

La adquisición y la extinción son la forma de moldear nuevos comportamientos. Se denomina *topografía de respuestas* al conjunto que forman las operantes. El refuerzo no sólo incrementa la respuesta de una operante (por ejemplo de presionar una palanca) sino que también cambia su topografía.

Como veíamos antes, los estímulos discriminativos preceden o acompañan a las respuestas; en su presencia el comportamiento es altamente probable; como es más probable, decimos que el comportamiento está bajo el *control del estímulo.* El poder de control de un estímulo discriminativo se desarrolla de manera gradual. Para saber si existe o no control de estímulos en un comportamiento determinado, es preciso presentar el estímulo, y también estímulos diferentes; la respuesta debe darse ante el estímulo discriminativo, no ante cualquier estímulo. Debe haber *discriminación.* Ésta se opone a la generalización.

Un fenómeno muy interesante que se presenta en el proceso de formación de una discriminación es el *contraste comportamental* [Reynolds, 1961]. Mientras

que en la generalización las tasas de respuesta en presencia de varios estímulos cambian en la misma dirección, en el contraste comportamental cambian en direcciones opuestas: la tasa del uno aumenta mientras que la tasa de los otros disminuye. A nivel humano se observa que una respuesta castigada disminuye en presencia del estímulo aversivo, mientras que aumenta en otras situaciones (véase más adelante, el capítulo sobre el castigo).

El control de estímulos está en relación con la atención. En muchos casos el organismo actúa con base en una modalidad sensorial, excluyendo las demás. Sin embargo es un hecho que los organismos nacen con predisposiciones para atender a determinados aspectos del ambiente.

PROGRAMAS DE REFUERZO SIMPLE

Durante casi una década Ferster y Skinner se dedicaron a encontrar diversos programas de refuerzo, hasta lograr algunos sumamente complicados. Para una descripción completa de ellos ver Ferster y Skinner [1957], y Honig [1966]. Aquí nos limitaremos a estudiar cuatro programas principales, que son los más simples.

1] *Refuerzo de razón fija*: se refuerza un comportamiento cada cierto número de respuestas. Por ejemplo un programa RF 4 (*fixed ratio* 4) quiere decir que el animal recibe una bolita de alimento cada vez que presiona la palanca cuatro veces.

2] *Refuerzo de razón variable*: el animal se refuerza al azar, pero en torno a un cierto promedio determinado. Un programa de RV 5 (*variable ratio* 5) quiere decir que se refuerza el animal en algunos casos después de presionar una vez, en otros después de presionar 10 veces, etc., con un promedio de 5 veces.

3] *Refuerzo de intervalo fijo*: se refuerza en este

caso el tiempo, no el número de respuestas. Generalmente se varía entre uno y tres minutos. El animal recibe refuerzo la primera vez que presiona la palanca después de que ha pasado cierto tiempo. En el IF 1 (*fixed interval* 1) el animal recibe su bolita de alimento la primera vez que presiona la palanca después de un minuto.

4] *Refuerzo de intervalo variable*: se refuerza al azar, con tiempos variables, pero en torno a un cierto promedio. Una IV 2 (*variable interval* 2) implica que se refuerza la primera respuesta del organismo después de tiempos variables, al azar, pero con un promedio de dos minutos. Este programa de refuerzo es el mejor, en el sentido de que da mayor resistencia a la extinción. Se usa mucho, sobre todo en experimentos sobre generalización del estímulo, y no es tan difícil de lograr como parece a primera vista.

Otros programas mucho más complicados se han logrado en el laboratorio y se siguen logrando. Muchos de ellos tienen aplicación en el tratamiento de pacientes psicóticos, de niños autistas, y en el entrenamiento de los animales que han tomado parte en la conquista del espacio.

PROGRAMAS DE REFUERZO COMPLEJO

Además de estos 4 programas de refuerzo simple, se han logrado otros programas, de altísima complejidad [véase Thompson y Grabowski, 1972; Schoenfeld y Cole, 1972]. Sin pretender entrar aquí en una presentación detallada de los programas de refuerzo complejo, podemos estudiar los más importantes, remitiendo al lector a obras especializadas sobre el tema.

1. *Programas de refuerzo múltiple.* Consiste en dos o más programas independientes, que se presentan al organismo de manera sucesiva; cada uno se da en presencia de un estímulo discriminativo característico. Se trata, claro está, de programas combinados, con un

estímulo discriminativo característico. Por ejemplo: presionar una palanca con base en un programa RF cuando está encendida la luz verde; presionarla con base en un programa RV cuando está encendida la luz roja. Es importante insistir en que en los programas múltiples, cada estímulo genera la ejecución adecuada al programa con el cual está asociado. O sea que las ejecuciones conservan las características de cada programa cuando se da en forma aislada, más ciertas interacciones, que se han estudiado mucho [véanse los últimos volúmenes del *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*].

2. *Programas de refuerzo completo.* Consiste en reforzar una sola respuesta, con base en los requisitos de dos o más programas que actúan al mismo tiempo. La ocurrencia de la respuesta se puede reforzar cuando:

a. Se hayan cumplido los requisitos de *todos* los programas componentes.

b. Se hayan cumplido los requisitos de *uno cualquiera* de los programas.

c. Se haya cumplido una *combinación* de los requisitos de dos o más programas.

En el primer caso hablamos de *programas conjuntivos*. Se deben cumplir los requisitos de todos los programas componentes (dos o más); por ejemplo IF y RF. En el segundo caso hablamos de programas *alternativos*; se refuerza una respuesta cuando se haya cumplido el requisito de uno de los programas (por ejemplo IF o RF). En el tercer caso, en el cual es preciso que se cumpla una combinación de los requisitos de dos o más programas, hablamos de programas *entrelazados*; por ejemplo, el número de respuestas requeridas para recibir un refuerzo, aumenta o disminuye a partir del tiempo transcurrido desde el último refuerzo; hablamos, por lo tanto, de programa entrelazado creciente, o de programa entrelazado decreciente.

Es posible reforzar selectivamente tasas altas de res-

puesta (refuerzo diferencial de tasas altas, RDA), o tasas bajas (refuerzo diferencial de tasas bajas RDB).

3. *Programas de refuerzo concurrente.* Consisten en reforzar dos o más respuestas, de acuerdo a dos o más programas de refuerzo que operan al mismo tiempo. El animal presiona la palanca de la izquierda con un programa de refuerzo, y la palanca de la derecha con otro programa (en una caja de Skinner con dos palancas). Los programas son independientes uno del otro. Se observa que las ejecuciones conservan sus características típicas. Los programas concurrentes se utilizan mucho en la formación de cadenas de respuestas.

Estas categorías globales de programas de refuerzo complejo (múltiple, compuesto y concurrente) permiten numerosas subdivisiones. Realmente no hay límite para los programas de refuerzo complejo, y el investigador con gran ingeniosidad puede diseñar programas nuevos y mejores para sus propias necesidades.

APRENDIZAJE DE EVITACIÓN

Trabajos sobre evitación, escape y castigo usan muchas veces los métodos y técnicas del condicionamiento operante, y por eso deberían ser considerados dentro de este capítulo. El nivel de refinamiento de estos estudios ha llegado a ser sumamente grande, se han controlado cuidadosamente las variables y se han obtenido resultados confiables y generalizables. Sin embargo, con el fin de integrar los conocimientos sobre esta área, o sea optando por un enfoque *de contenido* en vez de un enfoque metodológico, he preferido presentar los estudios sobre aprendizaje de evitación en el capítulo 9 al estudiar el castigo.

GENERALIDAD

El condicionamiento operante es un proceso muy general, que se ha comparado al condicionamiento

clásico. Lo mismo que en el capítulo anterior al describir el condicionamiento de tipo pavloviano, es conveniente describir nuestros conocimientos sobre la generalidad del condicionamiento operante.

1] *Generalidad filogenética*: el condicionamiento operante se ha estudiado en numerosas especies, siendo las principales la rata blanca, el palomo y el mono. Muchas otras especies en todos los niveles de la escala filogenética presentan aprendizaje instrumental. Sin embargo en los niveles inferiores la situación es muy poco clara, y las pruebas no son sufientemente satisfactorias [Ratner y Denny, 1964].

Gelber [1952], Jensen [1957] y Katz y Deterline [1958] estudiaron el condicionamiento instrumental en el paramecio; éste parecía ser el límite filogenéticamente inferior del condicionamiento instrumental. Sin embargo, las pruebas son muy discutibles, y no se ha encontrado condicionamiento instrumental en animales más elevados en la escala filogenética (y que muestran condicionamiento clásico) como son los gusanos de tierra y la estrella de mar.

Probablemente los experimentos de condicionamiento del paramecio introducen factores de error no controlados porque cambian el medio en el cual viven estos organismos; además, los procedimientos usados pueden producir sensibilización especial en lugar de aprendizaje, o pueden desencadenar efectos que tienen origen tactil y cinético en vez de aprendido. Cuál es el límite inferior en el condicionamiento operante, y si los paramecios son capaces de adquirir respuestas instrumentales, son problemas aún no resueltos.

2] *Generalidad ontogenética*: bebés humanos recién nacidos son capaces de aprender una respuesta instrumental. Monos macacos de 15 días de nacidos [Mason y Harlow, 1958] pueden aprender respuestas en laberintos en Y. Cuando los factores de transferencia de otras situaciones entran en juego, los animales de más edad llevan la ventaja, especialmente

porque aprenden a aprender [Harlow, 1949]. Sin embargo, no puede decirse que la habilidad para aprender aumente con la simple edad, sin tener en cuenta factores de transferencia de una situación a otra. En todo caso la *maduración* desempeña un importante papel en el aprendizaje; es preciso que la respuesta que ha de ser aprendida esté en el repertorio del organismo, y muchas otras respuestas requieren tiempo para aparecer por vez primera, con base en la maduración orgánica.

3] *Generalidad de la respuesta*: en animales que se encuentran en eslabones inferiores en la escala filogenética, los patrones de comportamiento comunes a la especie ("instintos") desempeñan un papel de gran importancia, y pueden interferir en el aprendizaje de respuestas instrumentales. Éste es el primer factor que es preciso tener en cuenta al estudiar la generalidad de las respuestas en el condicionamiento instrumental: si la respuesta que ha de ser aprendida es *compatible* con la reacción "natural" (o incondicionada) al estímulo, o si es incompatible con ella; en el primer caso se facilita el aprendizaje, en el segundo se obstaculiza aunque no se hace imposible. La respuesta de pasar a un segundo compartimiento para escapar del choque eléctrico recibido en el primer compartimiento es compatible con la reacción natural del animal ante el choque (escapar de la situación); es fácil entrenar ratas a saltar al recibir el choque, o escapar al otro compartimiento. En cambio si la respuesta es incompatible, la situación es más complicada; por ejemplo es más facil enseñar a una rata a esconderse de una luz demasiado intensa que enseñarle a presionar una palanca para que la luz intensa disminuya.

Sin embargo, gran cantidad de respuestas pueden lograrse con el condicionamiento operante o instrumental (no simplemente oprimir una palanca en una caja de Skinner sino hacer cosas tan complicadas como conducir un cohete alrededor de la tierra). Lo

importante es que la respuesta esté en el repertorio del organismo, o sea que el animal esté suficientemente maduro y que la respuesta no interfiera demasiado en las reacciones "naturales" de esa especie. Otro factor importante es la habilidad del experimentador para moldear la conducta del sujeto y dar el refuerzo en forma adecuada con el fin de lograr controlar la situación.

El otro factor que estudiamos en el capítulo anterior al intentar analizar la generalidad del condicionamiento clásico, o sea la generalidad del estímulo, no tiene sentido en el contexto del condicionamiento operante, porque esta conducta es emitida por el organismo, no desencadenada por el estímulo.

7

APRENDIZAJE VISCERAL Y GLANDULAR

Neal E. Miller estuvo asociado por muchos años con la Universidad de Yale, y trabajó en una integración de la teoría del aprendizaje, el psicoanálisis y la antropología, y su aplicación a problemas básicos del comportamiento humano incluyendo la psicoterapia [Dollard y Miller, 1950]; antes había estudiado el aprendizaje social y hecho importantes contribuciones en ese campo [Miller y Dollard, 1941]. Hemos encontrado su nombre ligado a una liberalización de los conceptos de estímulo y respuesta [Miller, 1959], y lo encontraremos de nuevo al estudiar el castigo. En los últimos 12 años ha estado trabajando en un área completamente nueva y de gran importancia tanto teórica como práctica: el aprendizaje instrumental de respuestas viscerales y glandulares.

Miller [1969] comienza atacando la división tradicional que se remonta a los filósofos griegos y fue aceptada con mucho entusiasmo por los cristianos, según la cual existe una división entre la razón y las emociones, estando la primera ligada a la voluntad y al control consciente, y siendo la segunda involuntaria e incontrolada. Esta división se aceptó por muchos siglos y su fundamento fisiológico se encontró en los dos sistemas nerviosos; el central, que media las respuestas "voluntarias" y el autónomo (o autonómico) que media las respuestas "involuntarias", viscerales y glandulares.

Al postular dos clases de aprendizaje, clásico e instrumental (u operante) los psicólogos aceptaron tácitamente esta división. Kimble [1961] afirmó que las respuestas mediadas por el sistema autónomo po-

dían ser modificadas por condicionamiento clásico pero no por condicionamiento operante. Miller, en cambio, después de estudiar las numerosas similitudes existentes entre aprendizaje por condicionamiento clásico y por condicionamiento instrumental, se negó a creer que hubiera dos clases de aprendizaje, y prefirió postular un sistema unitario. Pero con el fin de hacerlo era preciso lograr producir por medio de las técnicas del condicionamiento *instrumental,* las respuestas *viscerales* que se consideraba que sólo podían producirse por condicionamiento clásico.

Se sabe que es posible que aumenten los latidos del corazón, o la secreción de saliva, si estas respuestas se han asociado a estímulos condicionados, según las técnicas del condicionamiento clásico que estudiamos en el capítulo 5. Pero ¿cómo lograr que el refuerzo influyera sobre ellas, que el animal aprendiera a hacer algo con el fin de recibir el premio? ¿Sería posible enseñar a un animal a salivar, por ejemplo, con el fin de recibir algún premio (digamos lograr estimulación eléctrica del cerebro)?

Miller indica que hubo una serie de problemas que vencer antes de atacar estos problemas. Las respuestas más fáciles de medir (conductibilidad eléctrica de la piel, latidos del corazón y respuestas vasomotoras) se sabe que resultan afectadas por la acción de las respuestas esqueléticas (por ejemplo ejercicio, respiración, tensión de ciertos músculos, etc). Era preciso evitar estas fuentes de error. La solución fue paralizar al animal por medio de *curare,* la droga que bloquea en forma selectiva las placas de las terminaciones motoras de los músculos esqueléticos (sin eliminar la conciencia en el caso de sujetos humanos). Trabajar con animales bajo curare fue una solución muy acertada porque en esta forma se eliminaban también las fuentes de distracción ambiental que interferían en el apiendizaje. El animal paralizado no tenía más remedio que "atender" a los estímulos presentados por el experimentador. Sin

embargo, como la ciencia procede por ensayo y error, especialmente en un área como ésta, en la cual Miller y sus estudiantes estaban explorando un terreno completamente virgen, esas técnicas no se refinaron desde el comienzo, y se empezó a trabajar con animales no curarizados, completamente móviles y activos.

SALIVACIÓN

Miller y Alfredo Carmona [1967] comenzaron tratando de reforzar por medio del alimento la respuesta de salivar en un perro hambriento. Se trataba de reforzar al animal cada vez que salivaba, con el fin de aumentar la salivación. Sin embargo, esto no funcionó porque el animal salivaba demasiado, espontáneamente, sin relación con el refuerzo, y porque era demasiado difícil lograr que la respuesta estuviera "bajo el control de sus consecuencias" como se hace en el aprendizaje instrumental.

Entonces trabajaron con perros sedientos, a los cuales se les reforzaba con agua. Se estudió previamente que el agua no tiene ningún efecto en el aumento o disminución de la cantidad de saliva secretada espontáneamente. Sin embargo, como es preciso ser extraordinariamente cuidadoso, se usó el siguiente control: a un grupo de perros sedientos se les premió si *aumentaban* la salivación, mientras que a otros se les premió si *disminuían* la salivación. En el primer caso se reforzó al animal cada vez que presentaba su salivación espontánea, y en el segundo cada vez que pasaban intervalos largos entre las secreciones espontáneas de saliva. En esta forma se controlaron los efectos desconocidos (e incondicionados) que el premio pudiera tener, los cuales se podían asociar por medio del condicionamiento clásico a la situación experimental. En todo caso, cualesquiera que fueran estos efectos, no iban a aumentar en un grupo de animales y a disminuir en otro, según el refuerzo dado por el experimentador. Debía tratarse,

en cambio, de condicionamiento instrumental y no de condicionamiento clásico a la situación experimental, porque la dirección del cambio dependía del refuerzo, dado en un caso para aumentar la salivación y en el otro para disminuir. El entrenamiento duró 40 días, con sesiones diarias de 45 minutos cada una, y las diferencias entre los grupos de aumento y disminución fueron estadísticamente significativas.

LATIDOS DEL CORAZÓN

La siguiente serie de experimentos la llevó a cabo Miller con la colaboración de Trowill y DiCara. Fueron experimentos con ratas bajo la acción de curare, que se condicionaron a aumentar o disminuir los latidos del corazón; los animales fueron reforzados por medio de estimulación cerebral en las áreas de premio.

Ante todo hubo una larga serie de dificultades técnicas que vencer, relacionadas con la dosis de curare para que el animal estuviera paralizado aproximadamente por una hora o un poco más; con los instrumentos para darles respiración artificial, a la frecuencia adecuada para las ratas, con la manera de registrar los cambios cardiacos y con otros problemas similares.

A un grupo de ratas paralizadas con curare se les dio estimulación cerebral en un área de premio por *aumentar* los latidos del corazón, y a otro grupo por *disminuir* los latidos. Se lograron los resultados deseados, estadísticamente significativos, en la dirección deseada, pero de pequeña magnitud. DiCara, usando la técnica skinneriana de moldeamiento, logró cambios mucho mayores, reforzando al comienzo cambios pequeños en la dirección correcta, y luego cambios más y más intensos hasta lograr alcanzar el criterio fijado con anterioridad.

Después de haber logrado alcanzar el aprendizaje de estas respuestas "involuntarias" por medios instru-

mentales, Miller y sus estudiantes quisieron saber si ese aprendizaje tenía las mismas características del aprendizaje de respuestas esqueléticas. ¿Por cuánto tiempo era posible conservarlo? ¿Podía colocarse bajo el control del estímulo?

Primeramente se entrenaron ratas a dar la respuesta cuando los estímulos que se habían de discriminar estaban presentes (se trataba de una luz centelleante y de un sonido) y a no darla cuando no lo estaban. En un caso una rata disminuyó los latidos del corazón de 350 por minuto a 320 por minuto. Lo mismo se logró con los sujetos del otro grupo, que aumentaban su frecuencia cardiaca al aplicar el estímulo, y los resultados fueron estadísticamente significativos. Se demostró en forma inequívoca que es posible hacer que este aprendizaje esté bajo el control de un estímulo *discriminativo.*

En otro experimento [DiCara y Miller, 1968] ratas que habían tenido una sola sesión de entrenamiento en aumentar o disminuir los latidos del corazón se llevaron a sus jaulas por tres meses, sin darles más entrenamiento. A los tres meses se probaron de nuevo bajo la acción del curare, sin refuerzo adicional, y se observó que retenían la respuesta en la dirección aprendida previamente.

DiCara y Miller quisieron averiguar también si era posible reforzar una respuesta visceral en ratas paralizadas con curare por medios diferentes de la estimulación cerebral. Escapar de un choque eléctrico ha sido uno de los refuerzos usados en el área del aprendizaje de evitación, y los autores planearon un experimento en la forma siguiente: se daba una señal a la rata paralizada por curare, y 10 segundos después se daba el choque eléctrico; el animal podía evitarlo variando los latidos del corazón, *aumentándolos* en un grupo de ratas y *disminuyéndolos* en otro grupo. Los cambios deberían alcanzar la magnitud determinada por el experimentador con el fin de permitir al animal evitar el choque. Si no daba la

respuesta adecuada el choque se presentaba en el momento señalado, y continuaba hasta que el animal escapaba dando la respuesta correcta, de aumento o disminución de los latidos cardiacos. Al comienzo se reforzaban cambios ligeros en la dirección requerida, pero luego sólo era posible evitar el choque mediante grandes cambios (aumentos o disminución, según el caso). Este experimento tuvo completo éxito, y demostró que las ratas pueden ser reforzadas por premios diferentes de la estimulación cerebral, y que aprenden a discriminar entre las señales que indican choque y las que indican no choque (porque también se controló este factor).

Una variante de la retención estudiada antes fue probar si las ratas que habían aprendido a aumentar o disminur los latidos del corazón bajo la influencia del curare retenían la respuesta *cuando no estaban bajo la acción de la droga.* Dos grupos de ratas fueron entrenadas en la forma antes descrita, a aumentar o disminuir los latidos del corazón, y se probaron dos semanas después *sin curare.* Se observó que retenían la respuesta aprendida.

TESTIMONIOS ADICIONALES

Un resumen completo de los trabajos realizados por Miller y sus discípulos en esta área se presenta en el cuadro 2, especificando el fenómeno estudiado, los resultados obtenidos, los sujetos de experimentación, si se hallaban bajo la influencia del curare o no, qué refuerzo se utilizó y quién hizo la investigación. El cuadro muestra resultados de experimentos que continúan, y que están abriendo una nueva era en el estudio del aprendizaje, con consecuencias teóricas y prácticas de largo alcance.

Fue posible lograr contracciones intestinales, sin cambios en los latidos del corazón, y cambios en los latidos del corazón sin contracciones intestinales, lo cual indica que las respuestas son sumamente *específi-*

EXPERIMENTOS SOBRE APRENDIZAJE DE RESPUESTAS VISCERALES Y GLANDULARES

…no	*Respuesta*	*Refuerzo*	*Sujetos*	*Curare* (?)	
	aumento o disminución	agua	perros	no	Mi Ca
l cora-	aumento o disminución	estimulación eléctrica del cerebro	ratas	curare	M T Di
l cora-	aumento o disminución	evitar choque eléctrico	"	"	M Di
nes in-	aumento o disminución	estimulación eléctrica del cerebro	"	"	M Ba
nes in-	aumento o disminución	evitar choque eléctrico	"	"	Ba
rma- orina, glome- o san- smola-	aumento o disminución	estimulación eléctrica del cerebro	"	"	M Di
gástri- puestas as que canti- gre en s esto- en la	aumento o disminución	evitar choque eléctrico	"	"	Ca De M
nes es-	aumento o disminución	estimulación eléctrica	"	"	Ca

ontinuación)

EXPERIMENTOS SOBRE APRENDIZAJE DE RESPUESTAS VISCERALES Y GLANDULARES

no	*Respuesta*	*Refuerzo*	*Sujetos*	*Curare* (?)	
vaso- eriféri-	aumento o disminución	estimulación eléctrica	ratas	curare	DiCa Mill
sanguí- epen- e lati- orazón	aumento o disminución	estimulación eléctrica	"	"	DiCa Mill
lel co-	aumento o disminución	estimulación eléctrica	"	"	DiCa Mill
en on- orales	aumento de voltaje promedio, ondas lentas, disminución del alerta o disminución del voltaje promedio, ondas rápidas, aumento del alerta		gatos	no	Mill Carn
en on- orales	aumento de voltaje promedio, ondas lentas, disminución del alerta o disminución del voltaje promedio, ondas rápidas, aumento del alerta	estimulación eléctrica	ratas	curare	Carn

cas, Miller insiste en que no se deben a cambios homeostáticos, generales, del organismo. Se encontró que entre mejor se aprendía una respuesta menos se alteraban las otras, o sea que se volvía más específica. Por todo esto, los resultados no pueden explicarse por aumento o disminución en el nivel de activación, o por algún mecanismo parecido de índole general. Se trató de aprendizaje específico de respuestas viscerales, logrado por medios instrumentales.

Los trabajos realizados con la formación de la orina en el *riñón* son especialmente interesantes; el refuerzo fue la estimulación cerebral, en animales bajo la acción del curare; las mediciones se llevaron a cabo por medio de un aparato electrónico que registraba el número de gotas de orina formadas cada minuto; a las ratas se las llenó de agua a todas horas, con el fin de que este factor (la cantidad de agua en el organismo) no variara y no tuviera influencia sobre los resultados. La cantidad de orina formada en el riñón aumentó o disminuyó según los deseos de los investigadores y según que el refuerzo se diera para lo uno o para lo otro. Las diferencias entre los dos grupos (reforzado para aumentar o reforzado para disminuir) fue significativa al nivel del 1%. En este mismo experimento se tomaron ciertas medidas adicionales con el fin de entender los efectos en forma más satisfactoria. Se midió la filtración por medio de insulina marcada con carbono 14. El flujo sanguíneo a la región renal se midió por medio del ácido aminohipúrico 3H-p. Se observó que cuando se refuerza la disminución en la formación de orina ésta tiene mayor osmolaridad. Los cambios logrados (la formación de orina, la filtración glomerular, el flujo sanguíneo y la osmolaridad) pueden explicarse por cambios en la proporción de la filtración y la reabsorción.

Se pudieron obtener en otro experimento variaciones en la cantidad de sangre de las paredes estomacales. Aumento o disminución de las contracciones

estomacales. Y respuestas vasomotoras periféricas (vasoconstricción o vasodilatación), tan específicas que fue posible lograr vasodilatación en *una* oreja de la rata y no en la otra.

La presión sanguínea pudo variarse independientemente de los latidos del corazón, lo cual demuestra la especificidad de este tipo de aprendizaje. En otro experimento ratas sin la acción del curare aprendieron a variar los latidos del corazón. Miller y Carmona lograron variar las ondas cerebrales en gatos sin curare, y producir un aumento en el voltaje promedio, con ondas lentas y disminución del estado de alerta, o lo contrario, o sea disminución del voltaje promedio, ondas rápidas y un aumento en el estado de alerta. Carmona realizó otro experimento, con ratas bajo la acción del curare con el fin de evitar los efectos de la estimulación sensorial, y logró los mismos cambios en ondas cerebrales obtenidos anteriormente en gatos.

En Brasil, Lico, Hoffman y Covian [1968], trabajando independientemente de Miller, lograron similares resultados en conejos anestesiados, lo cual añade interés adicional a esta área del aprendizaje viceral y glandular.

APLICACIONES

El aprendizaje visceral tiene seguramente importantes funciones evolutivas, ya que los organismos son capaces de aprender las respuestas que les producen como refuerzo alimento, agua o escapar del dolor, todo lo cual es esencial en la evolución. El hecho de que sea posible adquirir instrumentalmente respuestas viscerales y glandulares puede tener importantes consecuencias para la noción de homeostasis.

Miller [1969] está tratando de aplicar sus descubrimientos al tratamiento de síntomas psicosomáticos. Es un hecho que por medio del aprendizaje es posible producir severos trastornos psicosomáticos, y

el ejemplo más extremo se logró con ratas a las cuales se reforzó por disminuir los latidos del corazón hasta que *murieron*. Quizá muchos trastornos a nivel humano se hayan producido con base en similares tipos de aprendizaje. La cultura es otro factor importante, ya que la expresión de las emociones está severamente limitada por el marco de referencia cultural; en forma similar la predisposición a ciertos trastornos está comprobado que tiene un origen cultural.

Miller y otros investigadores han aplicado los principios presentados en este capítulo para tratar los siguientes tipos de síntomas psicosomáticos: arritmias cardiacas de origen orgánico, suprimir las ondas anormales en el EEG de los epilépticos, y ciertos síntomas de "somatización" (trastornos viscerales de origen psicógeno). Actualmente trabajan en el tratamiento del insomnio usando estos medios.

Miller y sus discípulos insisten en las importantes implicaciones que estos experimentos tienen para la teoría del aprendizaje, las diferencias individuales en respuestas autonómicas, la explicación y curación de los síntomas psicosomáticos y la comprensión de la homeostasis normal.

8

MOTIVACIÓN

El concepto de "motivación" es una variable intermediaria, como lo son también el concepto de "aprendizaje" o el concepto de "inteligencia". Estos conceptos hipotéticos existen en todas las ciencias, no únicamente en psicología. No observamos nunca la "motivación" sino que observamos el comportamiento motivado, y de allí inferimos la existencia de la motivación; en la misma forma, en la física no se observa el "calor" sino los cuerpos calientes. Como Lindsley [1957] dijo, la situación sería similar al hecho de observar un auto en movimiento; la gasolina sería la motivación, pero no la podríamos estudiar nunca directamente y nos limitaríamos a observar el comportamiento del auto y de ahí a hacer inferencias en relación con la gasolina (mucha gasolina, poca, etc.). La situación es similar en otros conceptos, y nunca observamos, por ejemplo, la "inteligencia" sino el comportamiento inteligente.

Sin embargo, la motivación se puede manipular (lo cual equivaldría a poner más o menos gasolina en el auto, para usar la analogía anterior). Variamos una serie de factores, por ejemplo privamos al animal de alimento o de agua, o le presentamos un incentivo particular, y observamos ciertas alteraciones en su comportamiento, por ejemplo que aprende más rápido, comete menos errores, muestra un nivel de actividad mayor, o cualquier otra consecuencia. La motivación lleva a iniciar el comportamiento, a sostenerlo, a adquirir ciertas respuestas y a activar respuestas aprendidas antes. La figura 13 presenta el esquema de la motivación y muestra qué se en-

tiende por variable intermediaria: no observamos nunca el eslabón intermediario sino que lo inferimos por las condiciones antecedentes y el comportamiento consecuente.

El comportamiento consecuente se observa, las condiciones antecedentes se manipulan, y la variable

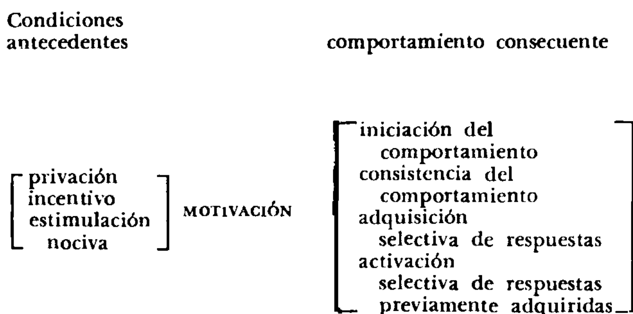


FIGURA 13. *Esquema de la motivación*

intermedia se infiere. Algunos psicólogos [Bolles, 1958, 1967] se han preguntado si es necesario que aceptemos la existencia de esta variable intermedia, o si se trata de algo superfluo que no añade nada a nuestros conocimientos ni a nuestro esquema de explicación; sin embargo, la mayoría de los científicos consideran que este concepto es necesario en la explicación del comportamiento.

Algunas personas han presentado un esquema de las propiedades de la motivación, por ejemplo que excita y activa (o energiza el comportamiento), y que lleva a seleccionar ciertos estímulos del ambiente y no otros; estas propiedades de activación y selectividad pueden considerarse como relativamente bien establecidas en el estado actual de nuestros cono-

cimientos, aunque se siguen discutiendo en los círculos de especialistas.

Las razones por las cuales actúan los hombres han preocupado a filósofos y psicólogos a lo largo de toda la historia de la humanidad. El problema adquiere enorme importancia especialmente cuando se trata de entender por qué un individuo actúa en forma antisocial, por qué va a hacer la guerra a un pueblo vecino, por qué destruyó la propiedad ajena, y demás problemas de significación social. Con el surgimiento de la psicología científica en el siglo XIX y su enorme desarrollo en el XX, esos problemas pasaron a la esfera de la ciencia, y se trataron de estudiar en el laboratorio y en las observaciones de campo. Lo mismo que en las demás ramas de la psicología, este problema se ha atacado desde dos puntos de vista: el experimental, que ha consistido en realizar experimentos con hombres y animales, hacer "modelos" de la situación, alterar en forma cuantitativa las condiciones antecedentes y medir el comportamiento consecuente; y el punto de vista clínico, que reside en estudiar las anormalidades y alteraciones de la motivación y tratar de entender sus causas. En el primer caso se trataría de variar la cantidad y calidad de la gasolina del auto, y en el segundo de estudiar autos que han sufrido serias alteraciones, que se han estrellado y medio destrozado. En realidad los dos enfoques no son completamente opuestos sino complementarios. Un buen análisis del estado actual del estudio de la motivación desde diferentes puntos de vista puede hallarse en un número especial de la *Revista de Psicología* (Bogotá), dedicado al problema de la motivación [*Revista,* 1964].

Sabemos que algunos motivos son comunes a *todos* los hombres, que otros motivos son comunes a *algunos* hombres y que existen también motivos que no son comunes a dos hombres. En el primer caso se trataría de las necesidades humanas genera-

les (alimento, abrigo y también necesidades psicológicas como dar y recibir afecto, lograr autoestimación etc.); en el segundo, de motivos específicos a cierto grupo de hombres (por ejemplo la necesidad de conocer y de explicar el mundo que existe en los científicos). Y en el tercero, de las necesidades que se supone son específicas de un individuo en particular y no de los otros.

NECESIDAD E IMPULSO

La anterior discusión introdujo el concepto de necesidad, que es otra idea básica en la psicología de la motivación. Existen necesidades primarias y secundarias. Las primarias son las que resultan de déficit biológico (por ejemplo de falta de alimento); las secundarias son "aprendidas" y relacionadas con las necesidades primarias. Sin embargo, esta división básica ha sido puesta en duda por Harlow [1953], y más adelante en este capítulo estudiaremos un "nuevo enfoque" de la motivación.

Según Hull [1943] el organismo durante la evolución aprende a satisfacer sus necesidades primarias en cierta forma, lo cual tiene un gran valor adaptativo y sirve a la supervivencia del individuo o de la especie. Hull afirmó que existen las siguientes *necesidades primarias*: necesidad de varias clases de alimento (hambre), de agua (sed), de aire, de evitar daño orgánico (dolor), de mantener una cierta temperatura (ni muy alta ni muy baja, según la estructura del organismo en cuestión), de orinar, de defecar, de descansar (después de ejercicio prolongado), de realizar actividad (después de la inactividad prolongada), de tener contactos sexuales y de cuidar a los hijos.

Estas necesidades primarias no son aprendidas, el organismo nace con ellas y depende de la estructura del cuerpo. En la enumeración anterior las primeras se refieren a la supervivencia del individuo

(comer, orinar, descansar), y las dos últimas (sexo y cuidado de los hijos) a la supervivencia de la especie.

Según Hull el origen de la motivación está en estas necesidades biológicas del organismo, y el efecto de ellas es producir actividad. Sin embargo, el organismo no satisface realmente necesidades sino *impulsos* (*drives*). Aunque la diferencia entre necesidad e impulso puede parecer a veces insignificante es muy importante desde el punto de vista de la psicología de la motivación. El impulso a comer crece con la necesidad del alimento, en progresión continua; pero después de cierto punto, cuando ha pasado mucho tiempo sin alimento, el *impulso* a comer disminuye, mientras que la necesidad de alimento sigue aumentando. Necesidad e impulso son dos conceptos diferentes. Los organismos actúan, aprenden con el fin de *reducir impulsos,* según Hull, lo cual indirectamente implica la reducción de las necesidades biológicas.

El concepto de impulso fue propuesto por Woodworth [1918] y ha servido como sustituto del concepto de instinto. Los impulsos se han multiplicado, en la misma forma en que se multiplicaron los instintos en la etapa precientífica de la psicología, y la situación se volvió un poco caótica. Existen "impulsos" a comer cierto tipo de alimento, a explorar, a conocer, a tener estimulación sensorial, etc., hasta un punto tal que el concepto de "impulso" ha perdido buena parte de su importancia, y en la psicología contemporánea no tiene mucho prestigio.

Hay tres concepciones principales de impulso: 1] Hull [1943] dijo que impulso es una construcción hipotética, entre ciertas condiciones antecedentes y cierto comportamiento consecuente. En su sistema se representa con la letra D, y entra en la fórmula basica a multiplicar la resistencia del hábito.

$$sEr = sHr \times D$$

donde sEr es el potencial de excitación, sHr es la resistencia del hábito y D es el impulso (*drive*). Esta concepción de Hull es el análisis más importante que se ha hecho del concepto de impulso. Las otras han sido reacciones contra ella.

2] Skinner [1953] insistió en que impulso no es una entidad sino simplemente una palabra, para explicar un conjunto de operaciones. Manipulamos unas condiciones antecedentes y damos un nombre ("impulso") al resultado de esa operación. Privamos, por ejemplo, al animal de comida y decimos que esto ha producido un "impulso a comer". Entre menos construcciones hipotéticas de este tipo tenga nuestra psicología mejor será su *status*. Skinner es muy claro cuando dice que el impulso no es un estímulo, ni un estado fisiológico, ni un estado psíquico, ni simplemente un estado de resistencia o fuerza [1953, pp. 143-146]. Es una palabra para describir una serie de operaciones.

3] Dollard y Miller [1950] dicen que impulso es cualquier estímulo fuerte. O sea que cualquier estímulo suficientemente intenso adquiere la propiedad de impulsar el comportamiento.

Estas interpretaciones de impulso se contraponen drásticamente a la opinión de Bolles [1967], quien opina que es mejor descartar de una vez por todas la noción de impulso; según él entre mejor conozcamos la naturaleza de los estímulos y su efecto sobre el organismo, más inútil será el concepto de impulso.

IMPULSO Y MOTIVO

Los impulsos están arraigados en las necesidades primarias del organismo. Los motivos en cambio contienen elementos aprendidos. Un motivo es consecuencia del impulso y de ciertas *conexiones aprendidas*. El motivo se caracteriza porque se orienta a metas y porque es aprendido. En realidad es posible afirmar que el impulso se limita a activar el compor-

tamiento y a señalar ciertos estímulos del ambiente; el aprendizaje hace lo demás. Las conexiones aprendidas llevan al organismo a identificar el objeto que persigue, y a responder en una forma o en otra a los impulsos.

En el comportamiento humano todas las tendencias a la acción se basan en motivos, algunos comunes a todos los hombres, otros a algunos, y otros que son específicos del individuo. Todos los aspectos sociales se fundamentan en motivos, no en impulsos. Los impulsos explican simplemente lo que está ahí con base en las necesidades primarias, o sea con base en la estructura del organismo.

EL IMPULSO A COMER

La mayor parte de las investigaciones sobre motivación se han realizado usando como necesidad primaria la deficiencia de alimento y como impulso el impulso alimenticio (hambre). Esto se debe simplemente a un accidente histórico y a la facilidad con que podemos controlar las variables al investigar estos fenómenos relacionados con el hambre. Podemos privar al animal de comida por un *tiempo* específico, privarlo de *cierto alimento* que necesita (por ejemplo calcio), podemos *medir* concretamente cuántas bolitas de alimento consume, con qué velocidad recorre el laberinto entre más hambriento está, etc. Sin embargo, el problema del hambre es de una enorme complejidad. Se eligió porque se creía que era "simple" y en realidad parece ser mucho más simple que el sexo o el impulso a dormir, por ejemplo.

El análisis que sigue muestra cuáles son los pasos que hay que dar para estudiar el impulso alimenticio, cuáles son las preguntas que el investigador formula, cómo las responde, qué problemas se plantea y cuáles se pueden resolver. En general es posible

hacer el mismo análisis para cualquier impulso, variando los detalles según el fenómeno en cuestión.

a) Preguntas:

1] ¿Cómo sabe el animal que necesita alimento? ¿Cuánto alimento?

2] ¿Cómo se activa el comportamiento de comer? ¿Cómo se detiene?

3] ¿Solamente la falta de comida activa el comportamiento de comer? ¿Es acaso específico a la deficiencia específica de un tipo de alimento?

4] ¿Produce el déficit de alimento algún otro comportamiento, diferente de comer?

5] ¿Hay uno o varios tipos de hambre? ¿Se dirige un hambre específica a un alimento específico?

b) Respuestas:

1] Hay una serie de señales orgánicas que indican al organismo la falta de alimento. Entre ellas se encuentran las contracciones de las paredes del estómago, que afectan los nervios y llevan las señales al cerebro. Esta respuesta, sin embargo, no es satisfactoria, porque si uno remueve quirúrgicamente el estómago de un animal o de un hombre el hambre continúa. Otra respuesta a la primera pregunta se refiere a la química de la sangre, y ha dado origen a la llamada "teoría glucostática": el déficit de alimento baja el nivel de azúcar de la sangre. A esto se debe que la inyección de insulina, que produce hipoglicemia, lleve también a comer. Sin embargo, esta explicación tampoco es satisfactoria porque el animal deja de comer antes que el azúcar llegue a la sangre y solucione el déficit existente. Una variación de esta explicación ha llevado a postular la existencia de una sustancia en la sangre, la "glucodona"; Cannon demostró que, si se inyecta sangre de un animal hambriento a un animal saciado, éste empieza a comer.

2] El comportamiento de comer se inicia y se detiene por dos tipos de factores:

a) Periféricos: de carácter oral (el gusto del ali-

mento) y de carácter gástrico (la contracción y la expansión del estómago). Trabajos sobre el consumo de sacarina muestran que estos factores periféricos son bastante complejos, el animal consume sustancias con sabor de azúcar pero sin valor nutritivo.

b) Centrales: en trabajos experimentales sobre la influencia del sistema nervioso central en el comportamiento de comer usando como métodos la ablación, la estimulación eléctrica o la estimulación química, se han logrado aislar varios centros hipotalámicos. La estimulación eléctrica de la región lateral del hipotálamo hace que el animal coma; la estimulación eléctrica de la región ventromedial del hipotálamo hace que el animal deje de comer. Las investigaciones de Brobeck [1955], Anand [1955] y Teitelbaum [1961] sobre estos centros regulatorios del hambre son especialmente importantes. Se ha encontrado además que la amígdala y el *globus pallidus* están relacionados con el comer (su destrucción aumenta la ingestión de alimento). Ciertas estructuras corticales lo están con la iniciación del comer (parece ser el lóbulo temporal) y otras con la detención del mismo comportamiento. En todo caso, parece ser cierto que hay centros hipotalámicos sensibles a la falta de alimento:

3] No solamente el déficit de alimento activa el comportamiento de comer. El sistema nervioso central regula este comportamiento especialmente por medio de la corteza. Tanto hombres como animales comen antes de necesitar alimento, y dejan de comer antes de que se solucione el déficit de alimento. Es un hecho que las condiciones de déficit interno no son suficiente explicación. El incentivo del alimento puede llevar a comer antes de lo requerido, o a comer más de lo necesario. Se ha comprobado también que el hambre no es función directa del número de horas de privación, sino que está relacionada igualmente con el programa de alimentación al cual está acostumbrado el animal; si a un animal se le alimenta

cada tres horas y a otro cada nueve horas, por ejemplo, privarlos a ambos de comida durante seis horas no tiene el mismo efecto. El impulso alimenticio es algo más que el simple número de horas de privación de alimento. La situación experimental tiene mucha importancia; si a un ave que acabó de comer se le trae otro plato de comida vuelve a empezar, y en esta forma come tres veces más de lo que comería si se le presentara toda la comida a la vez. Sin duda la percepción de la situación (por ejemplo el tamaño de la pila de comida) no cambia la química de la sangre. Si cortamos un grano de maíz en cuatro partes, una gallina corre más rápidamente por lograr las cuatro partes que por lograr el grano entero; es un hecho que la cantidad no cambia, pero cambia la apariencia, y esto influye básicamente en el impulso alimenticio. Hay muchos factores aprendidos en este impulso que pueden afectar los centros hipotalámicos por acción de la corteza cerebral.

4] El déficit de alimento produce comportamiento diferente del de comer. En realidad parece que existe un ciclo de actividad (según se mide por la rueda de actividad, especialmente con ratas) que coincide con las contracciones estomacales. En el momento en que hay más contracciones hay también más actividad general, lo cual parece ser un mecanismo de gran valor adaptativo. Lo mismo se ha encontrado usando otras mediciones; un hombre se traga un balón inflable que se conecta a un equipo de registro automático; durante el sueño, cuando el sujeto no se da cuenta de las contracciones estomacales (que se registran en el exterior), aumenta la actividad general; las contracciones y la actividad se presentan al comienzo cada hora y media. En animales el déficit de alimento condiciona la percepción selectiva del ambiente. En el hombre, entre más tiempo haya pasado sin comer mayor es el número de respuestas relacionadas con el alimento que se da en las láminas del Rorschach; sin embargo, este ex-

perimento con sujetos humanos en situación clínica tiene muchos puntos débiles; los sujetos sabían cuál era el objetivo del experimento o lo podían sospechar, se les decía que regresaran al laboratorio 4, 6, 10 horas (o el número que fuera) después de haber comido y se les daba el Rorschach; ellos podían fácilmente sospechar que el experimento tenía algo que ver con la influencia del alimento o su privación en las respuestas dadas a las láminas de la prueba.

Especial importancia tienen a este respecto los estudios sobre hambre realizados en la Universidad de Minnesota con sujetos humanos. Duraron 6 meses, y se les redujo 25% del peso del cuerpo.[1] Se observaron efectos en la personalidad, en la vida emocional y en la vida intelectual. Los sujetos no querían estudiar, inventaban excusas, dejaban todo para el día siguiente, no tenían interés en nada, mostraban un estado general de debilidad, la sexualidad disminuía notoriamente, aumentaba la apatía, perdían el control de las emociones y eran capaces de insultar o de herir según se les ocurriera; algunos de ellos robaron platos, pocillos, libros de cocina y demás objetos relacionados con la alimentación. El síndrome general a la falta de alimento implicó también disminución de la sociabilidad y pérdida casi total del humor. Sin embargo, lograron recuperarse perfectamente cuando se les volvió a la dieta normal, y todas estas alteraciones psicológicas desaparecieron.

Todo esto demuestra que la falta de alimento tiene consecuencias diferentes del impulso alimenticio, entre las cuales se encuentran la actividad en las ratas y una serie de trastornos de la personalidad en los hombres.

5] El problema de la existencia de "hambres específicas" se ha estudiado en forma exhaustiva durante los últimos 20 años, aunque en los últimos 5 los psicólogos parecen haber perdido interés en el problema. Se comenzó observando que un animal consumía los alimentos que necesitaba para su superviven-

cia; una rata parida que estaba alimentando su cría consumía más calcio, potasio y grasas, "porque" necesitaba estas sustancias. Se notó que un animal con déficit de calcio come más calcio que otro sin tal déficit. Se puede variar experimentalmente esta necesidad y observar los resultados en el consumo de alimento. Un animal que no puede asimilar el azúcar no consume azúcar. Las ratas a las cuales se les quitan quirúrgicamente las glándulas adrenales consumen más sal, única manera de balancear el déficit fisiológico.

Sin embargo, el cuadro es mucho más complicado; los animales y también los hombres aprenden a gustar de ciertos alimentos que no necesitan, como lo prueban los millones de personas obesas que existen en todo el mundo. Los niños consumen más azúcar de la que necesitan, aunque observaciones ingenuas hace 20 años parecieron indicar que el niño escoge correctamente los alimentos que necesita. En los numerosos estudios sobre este problema de las "hambres específicas" (hambre de calcio, de azúcar, etc.) es posible aislar tres factores que influyen en la selección de alimentos:

1] existen necesidades fisiológicas específicas para el metabolismo y el crecimiento;

2] el animal es capaz de identificar los alimentos que necesita para satisfacer esas necesidades;

3] existen preferencias adquiridas por ciertos alimentos, que pueden no ser los que el organismo necesita, e incluso pueden oponerse a las necesidades fisiológicas de metabolismo y crecimiento.

Cómo identifica el animal estas sustancias es algo que nadie puede responder satisfactoriamente. Parece que se trata de un proceso aprendido, se seleccionan sustancias más o menos al azar, por ensayo y error, y se prefieren más adelante las que satisfacen el déficit existente. Probablemente factores orales (sabor) y gástricos (digestibilidad del alimento, etc.) desempeñan un papel de enorme importancia.

Éstas son las cinco *preguntas* básicas que se for-

mulan los especialistas, y éstas las múltiples *respuestas* que se pueden dar a esas preguntas. El hambre, que se supone es un impulso "simple" y básico, es bastante más complicada de lo que parece. Las explicaciones van desde el nivel bioquímico hasta el nivel social, y toman en cuenta la cantidad de azúcar en la sangre o en el hígado y la "facilitación social" en el consumo de alimentos de las aves.

¿Por qué sabemos que el animal tiene hambre? Hay seis respuestas a esta pregunta tan elemental:

1] el animal está hambriento porque lo privamos de alimento;

2] el animal tiene hambre porque está muy activo, y la actividad es signo de falta de alimento;

3] el animal tiene hambre porque come;

4] el sujeto presenta contracciones estomacales, como puede verse en el balón inflable que se tragó y que ahora muestra la existencia de una contracción estomacal;

5] el sujeto tiene hambre porque prefiere el alimento a cualquier otra cosa; tiene un hambre específica (por ejemplo hambre de calcio) porque prefiere esta sustancia a cualquier otra;

6] el sujeto (humano) tiene hambre porque nos dice que la tiene, nos dice que está experimentando contracciones estomacales, etcétera.

Estas respuestas simples no siempre son válidas. El animal come sin estar hambriento. Puede no tener hambre aunque lo hemos privado de alimento, dependiendo de su programa de alimentación. El hombre que nos dice que tiene hambre puede estar mintiendo o puede no entender nuestra pregunta.

Un análisis similar, en forma de preguntas, respuestas y definiciones básicas puede hacerse de los otros impulsos: impulso de descansar, dormir, defecar, beber, tener relaciones sexuales, cuidar la cría, etcétera. Véase Ardila [1973].

IMPULSOS ADQUIRIDOS

Se ha observado que hombres y animales no actúan simplemente para satisfacer las necesidades primarias, las cuales dan origen a impulsos primarios. Existe otro tipo de necesidades y de impulsos que se han denominado "secundarios", "adquiridos", etc., para indicar que ocurren después de los primarios, y que ocurren por asociación con ellos. Dashiell [1937] fue el primero en hacer notar que cuando un estímulo neutro se asocia con una necesidad primaria puede adquirir propiedades de motivador, por ejemplo lleva a activar el comportamiento. El sonido que precede al alimento sería un ejemplo. Anderson [1941] trató de probar que es posible adquirir impulsos, y habló de "externalización del impulso".

Numerosos investigadores notaron que la caja en la cual se dio el alimento a un animal adquiere propiedades motivacionales (pone el animal en actividad) aunque no contenga el alimento; se supone que el alimento y el color y la forma de la caja se han asociado a la satisfacción de la necesidad primaria de alimento. La rata en una caja de Skinner presiona la palanca para recibir como único refuerzo el "clic" que se ha asociado antes con las bolitas de alimento. Wolfe [1936] encontró que los chimpancés pueden aprender a realizar actividades muy complejas para recibir fichas que pueden cambiar por uvas; los chimpancés aprendieron a distinguir las fichas, a trabajar por las de cierto color para cambiar por uvas, las de otro color por agua, etcétera.

Más específicamente, se ha realizado una serie de estudios en los cuales se ha tratado de trabajar con necesidades de carácter "positivo", por ejemplo acercarse a una caja pintada con líneas horizontales en la cual se recibió alimento, y no acercarse a una caja pintada con líneas verticales en la cual no se encontró nada. Calvin, Bicknell y Sperling [1953] hallaron resultados positivos con este tipo de nece-

alimento u otro refuerzo "primario". Los monos de Harlow pasan mucho tiempo con estímulos complejos y aprenden a presionar una palanca que abre una ventana de la jaula para explorar visualmente el exterior. Los primates manipulan instrumentos mecánicos, lo que no lleva a la satisfacción de ninguna necesidad primaria.

El principal problema con estos nuevos "impulsos" (curiosidad, impulso de explorar, etc.) era que tendía a aumentar la estimulación (por ejemplo, ver objetos fuera de la jaula), no a disminuirla, como en el caso del hambre. Algo no funcionaba en el modelo homeostático. El problema podía tener dos salidas:

a) Postular la existencia de otros impulsos, fuera de los primarios estudiados por Hull. Hablar entonces de un impulso de explorar, etcétera.

b) Decir que no se trata de necesidades en el sentido usual del término, y que pertenecen a una nueva categoría de conceptos.

¿Se adquieren los impulsos? ¿Se aprende que ciertas cosas actúan como premios? ¿Se adquieren simplemente nuevos hábitos? La estimulación eléctrica del cerebro [Olds y Milner, 1954] planteó muchísimos problemas nuevos, cuyas implicaciones se han estudiado en otra parte [Ardila, 1969*a*]. En todo caso, el animal buscaba aumentar la estimulación, no disminuirla. Nissen [1954] insistió en que las variaciones organísmicas tenían una importancia radical; dijo que la motivación de una rata y de un mono difiere en puntos básicos, y que "la capacidad contiene su propia motivación"; estaremos motivados a hacer aquello que somos capaces de hacer (un atleta que no tuviera motivación para el ejercicio físico es algo un poco absurdo).

La posición de Nissen tiene importantes consecuencias, entre ellas que la motivación varía con la escala filogenética. Quizá sea necesario hablar de una jerarquía de motivaciones (aunque Nissen no lo dice

específicamente), como se ha hablado de una jerarquía de aprendizaje.

NECESIDADES PSICOLÓGICAS

Además de las necesidades "fisiológicas" existen otras que son específicamente psicológicas. El hombre ha descubierto que la explicación de su conducta requiere la acción de otros impulsos o necesidades más allá del déficit fisiológico. Sin embargo, estas necesidades no se postulan con base en experimentos de laboratorio sino en observaciones clínicas, en la mayor parte de los casos bastante inseguras. Y lo que es más, se basan en diferentes filosofías. ¿Cómo podremos elegir entre ellas? ¿Será simplemente un asunto de preferencia personal?

La primera clasificación de las necesidades humanas se debe a *Henry Murray* [1938], quien se basó en buena parte en la teoría psicoanalítica que en ese entonces era mirada con profunda desconfianza por los psicólogos científicos. Su lista de necesidades es una enumeración bastante extensa y no completamente aceptable. Para un estudio de ella remito al lector al trabajo original de Murray [1938].

Otto Klineberg [1954] presentó una clasificación de necesidades psicológicas con base en datos biológicos y antropológicos. Propone cuatro categorías:

1] motivos que dependen en forma absoluta de una base fisiológica y son universales; por ejemplo el hambre, la sed, el sueño, la actividad, la eliminación;

2] motivos que tienen una base fisiológica pero que admiten excepciones individuales; por ejemplo el sexo, probablemente la autoconservación y el comportamiento materno después del nacimiento de la cría;

3] motivos que tienen una base fisiológica indirecta; ocurren con mucha frecuencia, pero tienen excepciones a nivel social y a nivel individual. Ejemplo: la agresión;

4] motivos que no tienen una base fisiológica conocida pero que ocurren con frecuencia debido a que tienen patrones sociales en común, o a que son medios de lograr fines prácticos. Ejemplo: el motivo gregario, el motivo maternal antes de nacer el hijo, el motivo filial, etcétera.

Abraham Maslow [1954] presenta una clasificación de necesidades humanas más completa y bien delineada que las anteriores. Es una teoría que goza de gran aceptación y que se ha usado como fundamento de muchas prácticas psicoterapéuticas. Según Maslow, los motivos se agrupan en una jerarquía, que va desde los más fuertes y dominantes hasta los más débiles. Estos últimos sólo tienen importancia si se han satisfecho los anteriores. Para llegar a la segunda escala de la jerarquía es preciso satisfacer antes las necesidades de la primera, para llegar a la tercera, satisfacer los de la primera y segunda, y así sucesivamente. La escala de necesidades es la siguiente:

1] necesidades fisiológicas: hambre, sed, sexo, actividad física;

2] necesidades de seguridad: tanto necesidad física como psicológica;

3] necesidad de pertenencia y de amor: dar afecto, pertenecer, tener raíces, hallar una respuesta afectiva en otra gente;

4] necesidad de estimación: lograr una evaluación estable y alta de nosotros mismos, con base en el autorrespeto y en la estimación de las demás personas;

5] necesidad de actualización: hacer funcionar las potencialidades que tenemos, integrar el comportamiento y realizarnos como seres humanos.

Maslow insiste en que las necesidades fisiológicas están en la base de la jerarquía, y que el pan es importante sólo cuando no hay pan. Cuando lo hay, en cambio, es importante sentirnos seguros. Si las necesidades fisiológicas y la seguridad se han satisfecho, entonces buscamos amar y pertenecer. Y así sucesivamen-

te. Sólo llega a la cumbre de la autorrealización quien haya satisfecho las otras necesidades.

R. W. White [1959] tiene otra teoría de las necesidades psicológicas con base en el concepto de "efectancia". El hombre, según él, busca dominar el ambiente en forma competente. Sin embargo, también necesita orden y regularidad. Esta necesidad de actividad e innovación se contrapone a la necesidad de orden y regularidad, y las dos explican la manera de comportarse los hombres.

Estas cuatro clasificaciones de las necesidades psicológicas (que se deben a Murray, Klineberg, Maslow y White) no agotan el tema. Se han propuesto otras, que son variaciones de las anteriores. Todas esas clasificaciones de las necesidades humanas han sido criticadas severamente por los psicólogos científicos, quienes se preguntan si son necesidades universales o productos de una cultura determinada, que el investigador aceptó y pretende generalizar a toda la humanidad. La necesidad de actualización no es igual en los Arapesh y en el hombre occidental del siglo xx, como no lo fue tampoco en la gente de la edad media en comparación con nuestros contemporáneos. El concepto, sin duda, varía con los individuos, la cultura y el paso del tiempo. Un grupo de personas puede querer ser rechazado (o actuar con el fin de ser rechazado) por la sociedad, pero en cambio buscar la aceptación de otro grupo, como sucede con los delincuentes. De todas maneras, esas necesidades psicológicas, aunque en el caso de la conducta humana sean más importantes que las necesidades fisiológicas, sólo pueden conocerse y estudiarse en forma indirecta.

MOTIVACIÓN Y APRENDIZAJE

Tanto la motivación como el aprendizaje son variables intermediarias entre ciertas condiciones antecedentes y cierto comportamiento consecuente. Nunca hemos visto la "motivación" ni el "aprendizaje" sino

que los hemos inferido. Una enorme cantidad de experimentos realizados en el siglo xx muestran la forma en la cual se relacionan la motivación y el aprendizaje. La figura 13 mostró el esquema de la motivación en términos de las condiciones antecedentes y el comportamiento consecuente. En el caso del aprendizaje las condiciones antecedentes son la presentación (repetida) del estímulo (y probablemente su refuerzo); el comportamiento consecuente es la mejora de la ejecución (cometer menos errores, recorrer el laberinto en menos tiempo, etc.); en el medio se postula una variable intermediaria, el aprendizaje. Coloco los factores de repetición y de refuerzo entre paréntesis para indicar que no todos los investigadores están de acuerdo en que sea necesario presentar el estímulo repetidamente, ni que sea preciso que el refuerzo siga a la acción con el fin de que se logre aprender. Sin embargo, es altamente probable, a la luz de nuestros conocimientos actuales, que tanto la repetición como el refuerzo sean indispensables en el proceso del aprendizaje.

La motivación se ha encontrado que afecta la *ejecución,* no el aprendizaje. Se nota que la amplitud de la respuesta, por ejemplo, varía de acuerdo con factores tales como el incentivo, según veremos más adelante.

Thorndike fue el primer investigador que estudió sistemáticamente la acción de la motivación sobre el aprendizaje, en sus famosos experimentos con gatos en situación de solucionar problemas. Con esos trabajos, que se estudiarán en detalle en el próximo capítulo, Thorndike llamó la atención de los psicólogos sobre la importancia de los factores motivacionales en el proceso del aprendizaje.

Todas las investigaciones sobre el *refuerzo* se fundamentan en la *ley del efecto* de Thorndike. Respuestas seguidas por consecuencias "satisfactorias" tienden a repetirse, respuestas seguidas por consecuencias "desagradables" tienden a no repetirse. ¿Por qué ac-

túa la ley del efecto? Según Hull, se basa en la reducción de los impulsos, según Guthrie en la simple asociación por contigüidad, según Skinner lo mejor es preocuparnos por estudiar los parámetros del refuerzo y olvidarnos de las explicaciones teóricas.

Hay una serie de factores que se han estudiado sistemáticamente y que relacionan motivación y aprendizaje. Entre ellos podemos considerar los siguientes:

1] *La cantidad del premio*: en la fórmula revisada de Hull era preciso considerar los efectos que tenían los incentivos en la ejecución:

$$sEr = sHr \times D \times K \times V$$

La ejecución (sEr, algo que observamos) es función del hábito (sEr, que a su vez es función del número de ensayos reforzados); el hábito se multiplica por el impulso (D), por el incentivo (K) y por la intensidad del estímulo (V). Con base en esta fórmula, y distinguiendo entre aprendizaje (una variable intermediaria) y ejecución (algo que observamos), se pueden planear tres experimentos que muestran la forma en que la cantidad del premio influye en la ejecución.

a) A un grupo de animales se le da un incentivo grande y a otro un incentivo mucho menor (por ejemplo, en función del número de bolitas de comida que se hallan al final del laberinto). Se notan claras diferencias en el proceso de adquisición, siendo mayor la ejecución del grupo que recibió incentivo mayor. Después se extinguen ambos grupos (no se da premio, hasta que dejan de responder y parecen "olvidar" lo que han aprendido). Experimentalmente se ha encontrado una curva como la que se presenta en la figura 14.

b) A un grupo de animales se le da un incentivo alto y a otro un incentivo menor, igual que en la anterior situación. Pero después de que han adquirido el criterio de aprendizaje se invierten los incentivos, los que antes habían recibido poco reciben

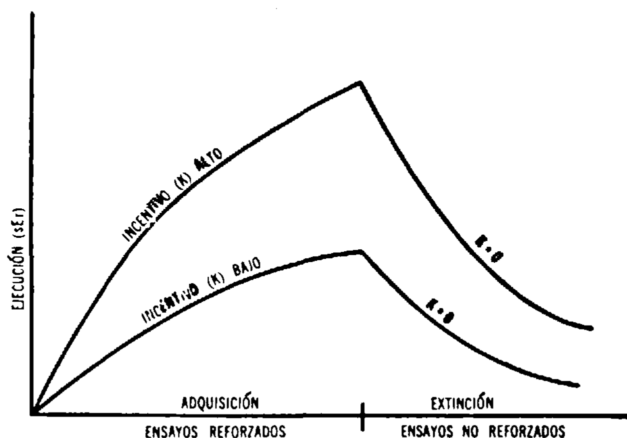


FIGURA 14. *Adquisición y extinción con incentivos (K) altos y bajos*

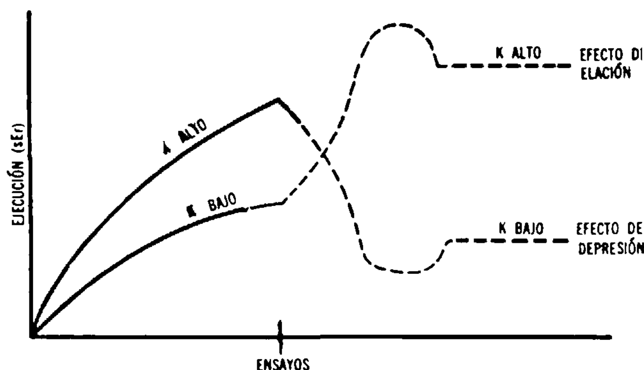


FIGURA 15. *Efectos de elación y depresión*

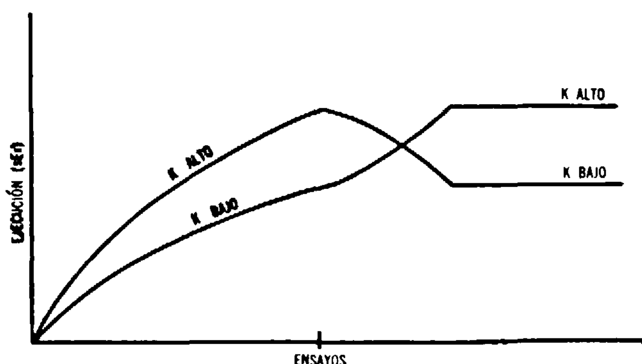


FIGURA 16. *Inversión del incentivo (K) sin efectos de elación o depresión*

ahora mucho y viceversa. Se ha encontrado un efecto de elación y un efecto de depresión, tal como se presenta en la figura 15. Crespi [1942] realizó los trabajos más importantes sobre este punto.

Otros investigadores, sin embargo, han hallado una curva diferente, que se presenta en la figura 16.

2] *Los programas de refuerzo*: el segundo factor importante que se ha estudiado sistemáticamente al estudiar motivación y aprendizaje se refiere a los programas de refuerzo. Un estudio completo de ellos se presentó en el capítulo 6, al estudiar el condicionamiento operante. En general se sabe que en situaciones operantes el refuerzo parcial es más resistente a la extinción que el refuerzo dado en el 100% de los ensayos. Si el animal no recibe alimento en todos los casos, resiste más a la extinción, o sea que continúa respondiendo cuando no se da refuerzo.

3] *Retardo del premio*: el premio es más efectivo entre más pronto siga a la respuesta. Teóricamente el premio actúa "hacia atrás" con base en una huella neural. El retardo es un factor de importancia radical en la eficacia del refuerzo. Entre más corto, ma-

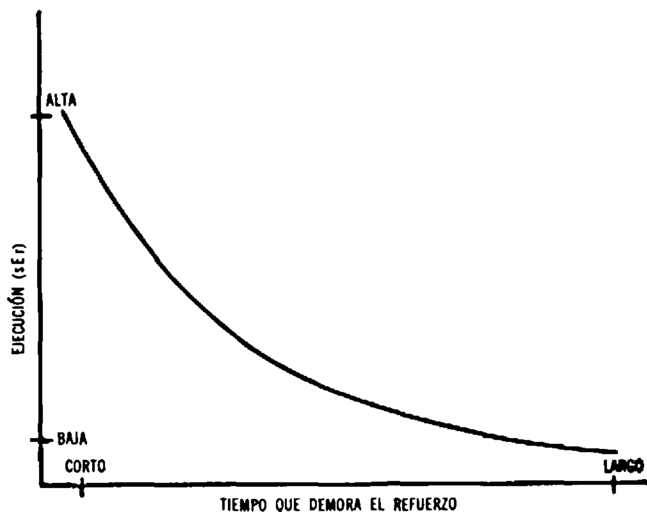


FIGURA 17. *Gradiente de refuerzo*

yor es el efecto. Hull presenta una ecuación que da una curva negativamente acelerada del "gradiente de refuerzo". La figura 17 presenta esa curva.

Es un hecho que los hombres puedan actuar por premios que vienen mucho tiempo después; en nuestra especie el retardo del refuerzo es tan decisivo como en las otras especies, pero puede ser mayor que en cualquier otra especie.

9
CASTIGO Y APRENDIZAJE

Los problemas del castigo en el contexto de la psicología del aprendizaje están en íntima relación con los problemas de la motivación, estudiados en el capítulo anterior. Sin embargo, el castigo, por su importancia teórica y práctica y por la gran cantidad de investigaciones que ha generado, merece un capítulo especial. El siguiente material se presentó, con algunas variaciones, al XI Congreso Interamericano de Psicología.

El castigo ha sido considerado tradicionalmente como una forma de controlar la conducta, sea de niños, delincuentes o animales. En realidad, el castigo es la técnica de control más usada. Parece remontarse a las primeras civilizaciones conocidas, y "nuestros contemporáneos primitivos" lo usan hoy en día con el fin de socializar a los niños en unos casos, y de vengarse de los enemigos en otros.

No siempre se requiere una persona que castigue; puede ser la misma naturaleza, y en este sentido un terremoto puede considerarse como castigo de "Dios" o de los "dioses".

En psicología el castigo aparece ligado a la educación. Se aplica con el objeto de evitar la repetición de un acto. En este contexto se supone que actúa como opuesto al premio, lo cual no es estrictamente válido como veremos más adelante. En algunos casos el castigo significa simplemente no prestar atención, retirar el cariño, decir que la acción está mal hecha, etc. Todo esto funciona como castigo a nivel humano, aunque no exista daño corporal.

La conducta castigada desaparece momentánea-

mente, como todos sabemos, pero vuelve a aparecer más adelante, cuando los efectos del castigo se extinguen, a menos que se haya usado un estímulo castigador de gran intensidad. Produce, además, efectos secundarios que no se buscaban, emociones negativas, sentimientos de culpa, de vergüenza; el castigo paraliza muchos actos, y además lleva a escapar de la situación total en que se recibió.

En psicología contemporánea hay muchas posiciones con respecto al castigo. Las dos principales son: la de Skinner [1953] y sus seguidores, quienes sostienen que el castigo es ineficaz a la larga para cambiar la conducta, y en cambio hacen hincapié en el refuerzo positivo: premiar el acto cuya repetición se busca, no castigar el que se desea extinguir; ellos hacen ver que los maestros escogen el camino más fácil, el castigo, porque produce supresión temporal, aunque a la larga sea completamente ineficaz para controlar la conducta. La posición opuesta es la de R. L. Solomon [1964] y otros psicólogos, quienes dan importancia al castigo incluso en educación y psicoterapia; el castigo, según ellos, tiene efectos inhibitorios graduales sobre la conducta.

Ambas posiciones cuentan con valiosos trabajos experimentales a su favor. Los estudios de Muenzinger [1934, 1948] parecen indicar que el castigo tiene un efecto sensibilizador sobre el organismo; en sus experimentos los animales aprendieron más rápidamente si recibieron un choque por las respuestas incorrectas y, lo que es todavía más extraño, si lo recibían por las respuestas correctas. Otros investigadores, sin embargo, hallaron resultados diferentes a los de Muenzinger.

¿Qué se entiende por "castigo" en estos trabajos experimentales? No es simplemente aplicar un choque eléctrico o dejar de prestar atención al niño que se portó mal. En términos estrictos tenemos cinco *definiciones*:

1] El castigo es el resultado de un estímulo que

produce un estado subjetivo desagradable [Thorndike, 1911].

2] "Castigo es un aumento de estimulación relativamente súbito y doloroso, que sigue a la ejecución de una acción" [Mowrer 1947, p. 136].

3] "Castigo es un estímulo nocivo aplicado a una conducta altamente motivada, que reduce la probabilidad de que tal conducta se presente de nuevo" [Deese, 1966].

4] "Castigo es un estímulo nocivo cuya terminación u omisión producirá el surgimiento de nuevas respuestas de escape o fuga" [Solomon, 1964].

5] "Castigo es una reducción de la futura probabilidad de una respuesta específica como resultado de la producción inmediata de un estímulo por esa respuesta" [Azrin y Holz, 1966]. El estímulo se denomina "estímulo castigador".

El castigo es un procedimiento, más que un concepto psicológico. Consiste en dar un estímulo nocivo, contingente con la respuesta; si el animal ejecuta la respuesta recibe el castigo, si no lo hace no lo recibe. Esta definición operacional será utilizada al analizar los siguientes trabajos.

Estímulo nocivo se define como aquel del cual el organismo intenta escapar; se observa empíricamente que el animal prefiere no recibir ningún estímulo que recibir este estímulo nocivo.

Se han utilizado los siguientes estímulos nocivos: Skinner [1938] usó un golpe en la pata de sus animales de experimentación. Estes [1944] utilizó un choque eléctrico a través de una reja del piso; este estímulo nocivo ha sido el más utilizado en otras investigaciones porque permite controlar variables tales como intensidad, frecuencia, área en la cual se aplica, etc. Masserman [1943] usó un soplo de aire con gatos, y una serpiente de juguete con monos. Azrin [1958] y otros investigadores utilizaron el ruido como estímulo castigador con sujetos humanos. Un choque eléctrico a ciertas zonas del cerebro también

sirve como estímulo castigador [Delgado *et al.*, 1954].

Las investigaciones realizadas sobre esta cuestión han alcanzado un alto grado de refinamiento. Versan sobre los procedimientos del castigo; efectos del mismo sobre la conducta adquirida por refuerzo positivo; efectos sobre respuestas consumatorias (sexual, de alimentación); sobre respuestas innatas; sobre respuestas establecidas por medio del mismo castigo, como en el caso de la discriminación.

Tienen en cuenta factores tales como la intensidad del estímulo castigador, la proximidad al punto donde se recibió ese estímulo, la fortaleza previa de la respuesta, el intervalo entre la respuesta y el castigo, la clase de organismo con el cual se experimenta, la adaptación al castigo (estímulos castigadores nuevos son más eficaces que aquellos a los cuales el animal está adaptado), refuerzo secundario (adquirido por la proximidad del premio), si existe o no una alternativa a la respuesta castigada, el desarrollo y maduración del organismo en cuestión, etcétera.

La importancia de estos trabajos para una teoría general de la conducta se centra en dos aspectos: el papel del refuerzo, uno de los temas centrales y más discutidos en psicología contemporánea; el concepto de castigo está ligado al del premio, e incluye la idea de refuerzo positivo y negativo, de incentivo, extinción, etc., puntos éstos sobre los cuales los psicólogos trabajan activamente en la actualidad.

El otro aspecto es la importancia práctica del castigo. Si éste es ineficaz para cambiar la conducta y sólo la inhibe momentáneamente, creando además una ansiedad que se generaliza a la situación total, quizá los padres y maestros deberían dejar de usarlo. En cambio si tiene algún efecto, aunque sea indirecto, sobre el moldeamiento de la conducta, ¿podrían acaso los psicoterapeutas utilizarlo con sus pacientes?

PROCEDIMIENTO CLÁSICO

El procedimiento seguido por Skinner [1938], Estes [1944] e investigadores más modernos [Azrin y Holz, 1966; Ardila, 1967 *b*] es el siguiente:

a) Refuerzo: el animal de experimentación, generalmente una rata blanca, recibe alimento en un programa de reforzamiento intermitente hasta que se alcanza un nivel de respuestas sustancial y estable.

b) Extinción: no se da alimento, se contabiliza el número de respuestas ejecutadas por el animal.

c) Castigo: se da simultáneamente con la extinción. Reside en breves choques eléctricos o golpes en la pata del animal, que se dan después de cada respuesta. La extinción y el castigo se continúan hasta que el nivel de respuestas es sumamente bajo.

d) Período sin castigo ni refuerzo positivo: se trata de saber si la reducción de la respuesta persiste.

Los *resultados* obtenidos con ese procedimiento son los siguientes:

1] Si el castigo se une a la extinción se obtiene una mayor reducción de respuestas que si utilizamos la extinción sola.

2] Cuando el castigo deja de aplicarse se presenta un repentino aumento de respuestas, a pesar de que la extinción ha terminado.

VARIABLES IMPORTANTES

1] *Intensidad* del estímulo castigador. Se ha logrado supresión total con estímulos castigadores de intensidad sumamente alta. Church [1963] separa cuatro niveles de intensidad, cuyos efectos sobre la conducta serían los siguientes:

a) Detectarlo: en este caso el choque es tan débil que no tiene influencia notable sobre la respuesta. Sin embargo, puede servir al organismo como señal.

b) Supresión temporal de la respuesta: se vuelve a presentar completamente más adelante.

c) Supresión parcial de la respuesta: se vuelve a presentar en el futuro en forma incompleta; algunos aspectos de la respuesta desaparecen del todo.

d) Supresión total: la respuesta desaparece completamente y no reaparece nunca más.

2] *Manera de introducir* el estímulo castigador: si se introduce repentinamente produce mucha mayor supresión de la respuesta castigada. Masserman [1943] notó que si se introducía a bajas intensidades y gradualmente, los gatos de experimentación aprendían a soportarlo y seguían respondiendo.

3] *Retardo*: el castigo debe ir inmediatamente después de la respuesta. Si se demora va perdiendo gradualmente efectividad. Si en el diseño experimental el castigo se da después de cierto retardo es preciso tener cuidado para que no siga a una respuesta, pues en este caso se asociaría con esta respuesta y no con la que se quiere castigar.

4] *Programas* de castigo: se han utilizado especialmente dos:

a) Razón fija: se da un estímulo castigador por cada respuesta, en la situación más simple; después se da un estímulo castigador por cada enésima respuesta. Se ha observado que cuanto mayor es la proporción de respuestas castigadoras, mayor es la reducción de las mismas.

b) Intervalo fijo: se da el estímulo castigador por la primera respuesta emitida después de un tiempo fijo desde el castigo anterior. Se ha observado una supresión "anticipatoria": las respuestas caen al nivel de cero cuando se acerca el momento de recibir el castigo.

Se han estudiado otros programas de castigo (véase Boe y Church, 1968).

CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DEL CASTIGO

Se han observado una serie de cambios de conducta que parecen ser consecuencia del castigo.

1] *Supresión permanente*: ésta es la característica más importante. Se ha encontrado una completa irreversibilidad, una vez que la respuesta se ha suprimido. Permanece incluso después de que el castigo ya no se aplica. La probabilidad de obtener semejante supresión duradera es función de la intensidad del estímulo castigador. Las respuestas no sólo se reducen a nivel operante o incondicionado sino al nivel absoluto de cero. Por esta razón, si el castigo es tan severo que elimina la respuesta completamente, no hay oportunidad para el animal de detectar que el castigo ya no actúa.

2] *Rapidez de los efectos del castigo*: la reducción es inmediata, de lo contrario no tiene efecto. Es también función de la intensidad.

3] *Recuperación durante el castigo*: se observa si el estímulo castigador es débil o medio. No se observa con estímulos muy altos.

4] *Recuperación después del castigo*: se observa un aumento después de que se termina el castigo; este fenómeno se denomina *efecto de contraste* [Azrin y Holz, 1966]. Las respuestas ocurren en proporción mayor que antes de comenzar el castigo; más tarde regresan a la línea normal (de no castigo). Estes [1944] observó este efecto y lo interpretó como compensación. Realmente la interrupción del castigo tiene un carácter reforzante.

5] *Discriminación*: se presentan dos estímulos y se castigan las respuestas que sigan a uno de ellos, no las que sigan al otro. El animal aprende a discriminar con relativa facilidad. O sea que el castigo ayuda a discriminar entre las dos situaciones.

6] *Generalización*: el castigo no sólo reduce las respuestas que preceden al estímulo castigador sino también otras. La supresión se generaliza.

Desde otro punto de vista podemos afirmar que el castigo tiene como efectos principales suprimir la respuesta castigada y otras que se le asocian, y servir de señal para otros eventos; en este último caso el

castigo puede servir como estímulo discriminatorio de la presencia de alimento o de su ausencia, según las condiciones experimentales.

THORNDIKE Y LA LEY DEL EFECTO

Después de conocer los detalles técnicos de la experimentación moderna sobre el problema del castigo, estudiemos los principales trabajos que han intentado explicar cómo actúa y por qué. El fundamento más importante se encuentra en Thorndike y la ley del efecto.

El sentido común nos dice que los hombres actúan en una forma o en otra porque anticipan las consecuencias de sus actos. Unas acciones se inhiben mientras otras se repiten, de acuerdo con sus consecuencias. La ley del efecto, en su forma más simple, dice lo siguiente: "Las consecuencias satisfactorias fortalecen la conexión entre estímulo y respuesta, las consecuencias insatisfactorias la debilitan" [Thorndike, 1911].

Ha sido criticada por su carácter circular: no sabemos si las consecuencias de un acto son "satisfactorias" o no para un animal más que observando si repite el acto o no lo repite. En otras palabras, un estímulo aumenta, disminuye o no cambia la frecuencia de las respuestas que lo preceden, y en este sentido es llamado premio, castigo o estímulo neutro.

En 1932 Thorndike descartó la mitad de la ley del efecto, disminuyendo la importancia del castigo. Escribió: "El fortalecimiento de una conexión por sus consecuencias satisfactorias parece ser, en vista de nuestros experimentos y de ciertas consideraciones generales, más universal, inevitable y directo que el debilitamiento de una conexión por sus consecuencias desagradables. Esta última parece ser más especializada, dependiendo de lo que el estímulo desagradable en cuestión lleva a hacer al animal, e indirecto".

Según esto los premios serían más efectivos que

los castigos. El efecto de estos últimos sería más especializado e indirecto. Thorndike descartó la mitad de la ley del efecto después de realizar varios experimentos sobre *aprendizaje verbal;* fueron diez principales, en los cuales se premiaba al sujeto si elegía la respuesta correcta, diciendo "bien", o se le castigaba si erraba diciendo "mal". Se halló que decir "bien" fortalecía la conexión mientras que decir "mal" no la debilitaba. Una respuesta podía incluso fortalecerse diciendo "mal" si el sujeto la daba, y debilitarse simplemente ignorándola. Thorndike concluyó que, si decir "mal" tenía algún efecto, era en todos los casos indirecto: por las consecuencias desagradables llevaba al sujeto a variar su respuesta y esto aumentaba la probabilidad de que diera la respuesta correcta.

En ese mismo año realizó otros experimentos con pollos de 13 a 50 días de nacidos, sobre *aprendizaje discriminatorio;* las respuestas incorrectas se castigaban encerrando al animal en una caja pequeña. Se hallaron resultados similares a los encontrados en respuestas verbales con hombres. Thorndike concluyó: "El premio siempre fortalece sustancialmente la conexión; el castigo la debilita poco o nada".

Su experimento original ha sido criticado en relación a la probabilidad esperada por simple azar. Sin embargo, Stone, al repetirlo en condiciones cuidadosamente controladas, halló que decir "mal" al sujeto fortalece la respuesta más que no decirle nada.

Antes de dejar el tema de la ley del efecto, que es uno de los principios más importantes de la psicología del aprendizaje, es preciso distinguir dos aspectos: la ley del efecto como hecho empírico, y la ley del efecto como teoría general del refuerzo. En el presente capítulo la consideraremos solamente como hecho empírico, sin negar su importancia en la explicación del refuerzo, que no podemos estudiar en este lugar.

LA OBRA DE B. F. SKINNER

Constituye uno de los pasos más importantes en nuestra comprensión del fenómeno del castigo. Ya en 1938 Skinner afirmaba que el castigo tiene sólo efectos pasajeros sobre la conducta, y que las respuestas castigadas reaparecían posteriormente. Se obtiene sólo una supresión temporal que no cambia la conducta a la larga, por lo cual el castigo es una técnica de control ineficaz, a pesar de su amplio uso.

En *Science and Human Behavior* [1953] analiza en detalle los varios efectos del castigo. Distingue entre efectos inmediatos y efectos a largo plazo. En resumen los efectos son:

1] La conducta castigada desaparece momentáneamente pero vuelve a aparecer después de que el castigo ha cesado.

2] El castigo genera emociones, entre las cuales se encuentran sentimientos de culpa y de vergüenza (a nivel humano). Estas emociones hacen que la falta no se cometa nuevamente en el futuro.

3] Cualquier acto que reduce la estimulación negativa obra como refuerzo: la rata escapa no sólo del estímulo castigador sino de toda la situación.

Los subproductos del castigo hacen que sea sumamente indeseable como forma de evitar que se realice un acto. Como el castigo carece de "objetivo específico" no sólo lleva a evitar el acto mismo que se castigó sino muchos otros que lo acompañaron indirectamente.

Skinner propone otros medios para cambiar la conducta, o sea para debilitar una operante: modificar las circunstancias, permitir que se presente un estado de saciedad, condicionar la conducta incompatible por medio de refuerzo positivo. La importancia relativa de estas formas de cambiar la conducta sin recurrir al castigo dependerá de las situaciones específicas. Skinner da más importancia al premio que al castigo, como hizo Thorndike, y dice que es pre-

ciso hacer hincapié "en el cielo" y no "en el infierno".

Ha pretendido aplicar sus ideas a una comunidad utópica que describe en su novela *Walden Two* [1948]; ha sido criticado tanto por los moralistas como por los sociólogos, pero de todos modos la idea es digna de ser considerada. Se trata de una sociedad fundada en el refuerzo positivo, en la cual los impulsos antisociales se han extinguido usando las técnicas de la "ingeniería de la conducta"; no existen problemas morales ni elecciones erradas, todo el mundo elige correctamente, en forma automática. Los métodos usados para educar a los niños son de las partes más interesantes del libro, y de las más relevantes para nuestro tema del castigo.

LOS ESTUDIOS EXPERIMENTALES DE W. K. ESTES

Estes [1944] siguió la metodología usada por Skinner. Los sujetos de experimentación fueron ratas en cajas de Skinner. Realizó dos tipos de experimentos: *a*) El castigo relacionado con una respuesta específica. El animal había aprendido a presionar la palanca para recibir alimentos y ahora recibía choques eléctricos. Estes midió la resistencia a la extinción de la respuesta de presionar la palanca (que fue aproximadamente de 200 en esa situación). Un grupo de ratas recibió un promedio de nueve choques eléctricos, mientras que el grupo de control no fue castigado. Los animales del grupo experimental redujeron el número de respuestas el primero y el segundo días, pero durante el tercero se presentó un aumento compensatorio. La resistencia a la extinción fue la misma con o sin castigo. Estes concluyó que el castigo no debilita la conducta de presionar la palanca sino que produce solamente una disminución temporal de las respuestas.

b) En el segundo tipo de experimentos Estes utilizó el mismo castigo pero no correlacionándolo con la respuesta. Se dio un choque, por ejemplo, cada

30 segundos, pero no después de la respuesta. Observó una supresión temporal semejante a la hallada en los experimentos del primer tipo.

De estos trabajos el autor concluyó que el choque produce un estado emocional difuso y generalizado, una ansiedad que inmoviliza la conducta y compite con la respuesta de presionar la palanca. Se trata de una respuesta emocional condicionada (CER).

Más adelante Hunt y Brady [1951] separaron los efectos emocionales generalizados (CER) y los efectos específicos del castigo, que llevan al animal a retirarse de la situación. Bolles [1967] dice que el comportamiento del animal es muy diferente después del castigo y después de la CER.

Estes y Skinner consideran que existe un miedo incondicionado al estímulo del choque; se generaliza a toda la situación, al condicionarse, e interfiere en la acción de presionar la palanca. Pero se extingue cuando el animal ha estado un tiempo suficientemente largo en la situación sin recibir castigo adicional. Estes señala claramente que la acción del castigo es temporal, y que una respuesta no puede ser eliminada de un organismo sólo por medio del castigo.

Encontró también que el castigo intermitente es más efectivo que el castigo regular, lo cual parece ir contra el sentido común. Quizá se debe a que el castigo intermitente crea más fácilmente un estado emocional que reduce las respuestas.

Estes enumera varias consecuencias de sus interesantes trabajos:

1] Una respuesta no puede ser eliminada de un organismo más rápidamente con la ayuda del castigo que sin éste. El debilitamiento de una respuesta se produce por falta de refuerzo, no por castigo.

2] Debido al estado emocional que produce, el castigo elimina otras respuestas además de la castigada. Carece de "blanco específico".

3] El castigo puede ser útil para mantener una respuesta a intensidad débil. Es más efectivo si se

administra ocasionalmente, en vez de aplicarlo cada vez que la conducta indeseada tenga lugar.

4] El castigo retardado es sumamente ineficaz.

TRABAJOS DE MUENZINGER

Pretenden demostrar que el castigo sirve al organismo para diferenciar la respuesta correcta de la incorrecta. Muenzinger y sus colaboradores realizaron dos tipos de experimentos:

a) Se utilizó una caja de discriminación en forma de T. Desde el punto en el cual el sujeto debía elegir un brazo o el otro era visible una tarjeta blanca o negra. Los 15 sujetos que formaban un grupo se castigaron por elegir la respuesta *errada;* los 15 del otro grupo no se castigaron. El grupo castigado cometió un promedio de 10.8 errores, el no castigado de 30.0. O sea que aparentemente el castigo ayudó a aprender más rápidamente el problema de discriminación visual. Según esto el castigo sería efectivo porque obraría como señal que ayuda al organismo a discriminar.

b) En una situación similar los animales aprendieron una respuesta y recibieron choques por ejecutar el acto *correcto.* Aprendieron más rápidamente que el grupo de control que no recibió choques.

Varios factores deben tenerse en cuenta al analizar estos resultados: el choque no es efectivo si se da antes del punto en el que el animal elige un brazo o el otro, mientras que sí lo es si el animal ya ha elegido. El castigo parece tener un efecto sensibilizador sobre la conducta. Debe ser relativamente débil para que sea efectivo.

Originalmente se creyó que era preciso que el animal pudiera desandar el camino errado y *corregir* su respuesta. Pero resultados similares se obtuvieron cuando el animal no podía corregir sus errores [Muenzinger y Powloski, 1951].

El castigo lleva al animal a detenerse o a dismi-

nuir la velocidad que lleva al llegar al punto de la caja de discriminación donde debe elegir. Si se le fuerza a detenerse, por ejemplo haciendo un hoyo en el piso, sobre el que debe saltar o rodear, se logra igualmente una mejora en la discriminación.

Algunos psicólogos no aceptan las conclusiones de Muenzinger y critican sus trabajos, especialmente desde el punto de vista de la metodología utilizada.

LA OBRA DE N. E. MILLER

A Neal Miller (ver capítulo 7) se debe no solamente la liberalización de los conceptos de estímulo y respuesta, sino también una importante teoría del conflicto, que en compañía de Dollard ha aplicado a los problemas clínicos, de personalidad y de psicología social. El elemento fundamental en los problemas neuróticos, según Miller y Dollard, es un *impulso aprendido de miedo;* por esto debe tratarse en relación con el problema del castigo.

Para Miller existen cuatro elementos básicos en el aprendizaje, que son: impulso (*drive*), indicación (*cue*), respuesta (*response*) y recompensa (*reward*). La neurosis puede explicarse conociendo las características del aprendizaje previo del enfermo. El experimento clásico de Miller [1948] sobre el conflicto tiene importancia suficiente para ser descrito en este lugar. Reside en lo siguiente:

Se coloca una rata en una caja con dos compartimientos, uno pintado de blanco con una rejilla en el piso, el otro pintado de negro. Los dos están comunicados por una puerta. Al comienzo el animal explora ambos compartimientos y no muestra preferencia por ninguno de ellos. Después se lo coloca en el compartimiento blanco y se le aplica una corriente eléctrica a través de la rejilla del piso. Un gran número de ratas colocadas en esta situación escapan al compartimiento negro. La secuencia de recibir una descarga y pasar al compartimiento negro se repite

varias veces. Más tarde se coloca a la rata en el compartimiento blanco sin descarga eléctrica, y se observa que escapa rápidamente al otro compartimiento. Esto indica que existe un impulso adquirido de miedo que motiva la conducta de huida. Las características del compartimiento blanco, sin la descarga eléctrica, producen las respuestas emocionales que llevan a huir de la situación.

Miller da gran importancia al hecho de que el *miedo* es un impulso que puede *adquirirse*. Cuando se colocó una puerta separando los dos compartimientos, las ratas aprendieron a operar una rueda para abrirla y pasar al compartimiento negro; lo hicieron sin descargas eléctricas adicionales. Después fueron capaces de aprender a operar una palanca para abrir la puerta. En estos casos el motor fue el impulso secundario (o adquirido) de miedo.

Este tipo de aprendizaje estaría en la base de la neurosis, unido al concepto de conflicto. Miller y Dollard citan como ejemplo a un niño que es castigado severamente por comportarse en forma independiente; debido a estos castigos adquiere un impulso secundario de miedo. Como consecuencia cualquier acción de carácter independiente le produce miedo, mientras que las actitudes de sumisión lo reducen. El niño huye entonces de todo lo que se parezca a independencia y "escapa al compartimiento negro", o sea a la sumisión. Más adelante en la vida adulta se presentará el conflicto entre logro de alguna meta que sólo puede obtenerse mediante una conducta independiente, y el profundo miedo a la independencia adquirido desde la infancia.

Si el miedo es la causa primaria de las neurosis, su extinción sería la forma de curarlas. Para ello se utilizan las técnicas clásicas de extinción experimental. Los autores reconocen la complejidad de estos fenómenos a nivel humano, la necesidad de que el proceso psicoterapéutico se realice en forma gradual y no repentina.

Miller ha trabajado durante varios años en su teoría del *conflicto.* Habla de gradiente de proximidad y gradiente de evitación que varían con la cercanía a la meta. Los principales *postulados* de esa teoría del conflicto son:

a) La tendencia a acercarse es más fuerte cuanto más cerca esté el organismo de la meta: es el gradiente de proximidad.

b) La tendencia a evitar un estímulo temido es más fuerte cuanto más cerca esté el sujeto de ese estímulo: es el gradiente de evitación.

c) La tendencia a evitar aumenta más rápidamente con la cercanía del estímulo desagradable que la tendencia a acercarse con la cercanía de la meta. O sea que "el gradiente de evitación es más pronunciado [*steeper*] que el gradiente de proximidad". Esto se ve claramente al observar las curvas de ambos gradientes.

d) La fuerza de la tendencia a acercarse o a evitar varía directamente con la fuerza del impulso sobre el cual está basada. Por ejemplo se requieren choques más fuertes para detener un animal más hambriento que a otro menos hambriento.

Miller enumera otros postulados que no es preciso recordar aquí. En cambio es interesante ver las *deducciones* que extrae:

1] El sujeto se acercará a la meta y luego se detendrá.

2] Se acercará más si aumentamos el gradiente de proximidad; por ejemplo aumentando el hambre el sujeto se acercará más a la meta.

3] Aumentando la fuerza del miedo se logra que los sujetos se detengan más lejos de la meta.

4] Sujetos colocados más cerca del punto en el cual han recibido choques comenzarán a correr más rápidamente que si los colocamos más lejos de él.

Cuando Miller y Dollard aplican su teoría del conflicto a la *psicoterapia* no se limitan a generalizar

a partir de esos postulados y deducciones sino que añaden varias *definiciones* parciales:

a) "Cercanía" implica acercarse a la meta en espacio, tiempo o cualquier otra dimensión definida cualitativa o culturalmente.

b) "Evitación" incluye inhibición y represión.

c) "Proximidad" se extiende a respuestas que son inhibidas o reprimidas.

Por ejemplo, recordar un suceso traumático es análogo a acercarse al punto donde se recibió un choque eléctrico en el pasado. Los pacientes con problemas neuróticos (en forma análoga a los organismos inferiores en la situación experimental de conflicto) van parte del camino hacia la meta y luego se detienen; son incapaces de obtener la meta o de dejarla. Si se aumenta la fuerza de la tendencia a acercarse (aumentando la necesidad de lograr la meta), o si se disminuye la fuerza de la tendencia a alejarse (disminuyendo el miedo adquirido), el sujeto se aproximará más a su objetivo.

En clínica es mucho más efectivo disminuir la tendencia a alejarse (o sea en términos analíticos "analizar las resistencias"), que aumentar la tendencia a acercarse. Esto se debe al hecho siguiente: si aumentamos la motivación del paciente para acercarse, aumentamos también sin quererlo su miedo y sus conflictos.

La teoría de Miller tiene una sólida base empírica y se ha trabajado en el laboratorio. Sin embargo, muchos psicoterapeutas se niegan a aceptar ese "salto" del laboratorio a la clínica, de los animales inferiores a quienes se aplicó choques eléctricos al hombre que fue castigado en su infancia. No es éste el sitio para analizar sus aplicaciones terapéuticas que han sido tratadas en el libro de Dollard y Miller, *Personality and Psychotherapy* [1950]. Podríamos concluir haciendo notar que la teoría del conflicto de Miller ha sido extendida por su autor a los siguientes campos: experimentos con animales, pruebas proyectivas, crianza

de niños, neurosis, psicoterapia, combate, fenómenos económicos, políticos y de relaciones internacionales. Si estas generalizaciones son válidas o no lo son, queda por ser estudiado.

SOLOMON Y CHURCH

Solomon [1964], en uno de los artículos más importantes sobre el tema del castigo, defiende una teoría del aprendizaje de dos procesos, a la manera de la propuesta por Mowrer. Insiste en que considerar el castigo como efectivo o inefectivo es una simplificación, debido a la gran cantidad de factores que deben tenerse en cuenta. Distingue entre castigo por actuar y castigo por no actuar, que tienen muchas similitudes; el castigo sería un caso especial de aprendizaje de evitación. Solomon escribe que espera que el castigo pueda llegar a usarse sin resultados secundarios perjudiciales.

Church [1963] es muy cuidadoso en lo relacionado con las definiciones, los parámetros a controlar, etc. Muestra que un estímulo nocivo presentado dependiendo de la respuesta produce una supresión mayor (o una facilitación menor) de la respuesta que si tal estímulo no depende de ella. El estímulo nocivo, según él, puede resultar en facilitación de la respuesta bajo ciertas circunstancias y en supresión de la misma en otras. Insiste en que el principal efecto del castigo es la supresión de la respuesta.

Boardman publicó un caso de psicoterapia infantil con base en el castigo. Un niño problema fue castigado por sus padres en forma bastante severa, de acuerdo con las indicaciones del psicoterapeuta; como consecuencia los síntomas desaparecieron, y parece que en forma permanente. Numerosos autores han criticado este caso, entre ellos D. R. Miller [1962], quien afirma que el éxito aparente puede explicarse sin aceptar la efectividad del castigo, y que los resultados son meramente temporales.

CASTIGO Y ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA DEL CEREBRO

Fue primeramente estudiado por Delgado y sus colaboradores [1954]. En un experimento con gatos, a cada sujeto se le colocó en un aparato con una rejilla en el piso y una rueda en la pared del lado. Un choque eléctrico podía ser administrado a las patas a través de la rejilla, y el gato podía detenerlo dando vuelta a la rueda.

Gatos con electrodos previamente implantados aprendieron a escapar del choque en la pata dando vuelta a la rueda. Después de esto se les dio un choque en el cerebro. Los gatos mostraron al comienzo una conducta desorganizada pero pronto transfirieron el hábito de dar vuelta a la rueda y en esta forma detuvieron el choque. La estimulación central parece ser desagradable, a juzgar por la conducta de estos animales.

Resultados similares se han obtenido con ratas. Aprendieron a recorrer un laberinto si se les administraba un choque en el cerebro a través de los electrodos crónicamente implantados cada vez que entraban en un callejón equivocado. En general los animales aprenden a escapar con igual rapidez de la estimulación central desagradable como de cualquier otro estímulo castigador.

Otras áreas del cerebro producen una estimulación que el animal prefiere a otros tipos de premio. Y existen también áreas ambivalentes.

En un segundo trabajo se utilizó el mismo procedimiento usado por Delgado, pero un sonido fue presentado como estímulo condicionado, que se asociaba con la estimulación central desagradable. Si el animal daba vuelta a la rueda poco después de escuchar el sonido, podía evitar la estimulación central. Después de varios ensayos los animales aprendieron a hacerlo y así evitar el choque en el cerebro. Cohen, Brown y Brown [1957] mostraron que es posible

establecer una respuesta condicionada de evitación usando estimulación central.

TEORÍAS DEL CASTIGO

Estes [comunicación personal, 1967] hace notar la disparidad que existe entre el volumen de trabajos experimentales sobre el castigo y las pocas interpretaciones teóricas del mismo. Church [1963] ha pretendido dividir tales teorías en varios grupos. Sin embargo, en realidad sólo existen dos interpretaciones teóricas básicas:

1] *Respuestas que compiten*: fue elaborada por Dinsmoor [1954, 1955] aunque su base puede encontrarse en Guthrie [1935]. Según esta interpretación, el castigo en sí msimo no cambia la fuerza de la respuesta que lo sigue pero proporciona la oportunidad de que ocurra otra respuesta, sea directamente o a través del miedo adquirido. El castigo es efectivo si la respuesta que produce impide la ejecución de la respuesta castigada; en otras palabras, el castigo no debilita la respuesta castigada pero produce respuestas que compiten con ella.

2] *Respuestas emocionales*: El castigo produce un estado emocional, que por condicionamiento clásico puede asociarse con otros estímulos. Es la explicación postulada por Estes y Skinner. Estes [1944, p. 36] escribió: "Es claro, entonces, que un estímulo que produzca un trastorno o un trauma causa en el organismo un cambio de estado, de la clase comúnmente denominada 'emocional', y que cualquier estímulo presente simultáneamente con el estímulo que trastorna se convierte en estímulo condicionado, capaz de producir tal estado en las siguientes ocasiones".

Hace muy poco tiempo Estes terminó una revisión de su teoría original. Es una teoría de *supresión* cuyo mecanismo principal no es una competencia

entre respuestas sino entre *motivos*. Sus principales postulados son:

1] El mantenimiento de la conducta no refleja incluye la edición de estímulos discriminativos y de elementos amplificadores procedentes del impulso.

2] La activación de los sistemas de impulso negativo por el dolor o la anticipación del dolor inhibe, recíprocamente, los elementos amplificadores procedentes de las fuentes de impulso positivo.

Estes reconoce que los trabajos de Miller [1963] y de Stein [1964], de carácter fisiológico, tienen influencia sobre su nueva teoría. Ellos postulan un mecanismo activante, probablemente localizado en el hipotálamo, que intensifica los actos que están ocurriendo; es puesto en acción por los premios. Un segundo mecanismo es puesto en acción por los castigos y tiene un efecto opuesto. Estos dos mecanismos, de "sigue" (*go*) y "alto" (*stop*) como sus autores los denominan, se inhiben uno al otro.

La nueva teoría de Estes está relacionada con su enfoque matemático, de selección de estímulos (*stimulus sampling theory*). Da cuenta de los parámetros estudiados en relación con el castigo, tales como los efectos del retardo, de la intensidad, de la cantidad de entrenamiento previo, de la adaptación al castigo, etcétera.

CONCLUSIÓN; VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Ahora, al final de nuestro recorrido, es posible evaluar en perspectiva todo lo que sabemos sobre el problema del castigo. Las principales razones por las cuales este método se utiliza *cada vez menos* en el control de la conducta humana son las siguientes:

1] Se afirma que es menos efectivo que las soluciones alternativas, especialmente menos que el premio y, en general, el refuerzo positivo. En oposición a esto, algunos investigadores muestran que el castigo es muy efectivo y que se logra la supresión "total"

de la respuesta si se utiliza suficiente intensidad. Sin embargo, a nivel humano no sabemos cuál sea esa intensidad y en todo caso sería suficientemente alta como para causar efectos secundarios indeseables.

2] Produce efectos colaterales que no se buscaban. Entre ellos tenemos los siguientes: rigidez [Maier, 1949], úlceras [Brady, 1958], masoquismo [Masserman, 1943], diversos tipos de neurosis, problemas de conducta [Sears *et. al.,* 1957].

3] Es cruel e innecesario, causa en el individuo gran cantidad de emociones negativas, odio a la persona que castiga, sentimientos de depresión, etc. Estos efectos emocionales implican una alteración general del comportamiento, pero han sido muy discutidos [Hunt y Brady 1951].

4] Produce dos tipos de agresión: *a*) operante, dirigida contra el objeto que castiga; *b*) provocada, contra otros objetos, compañeros, individuos que no tienen ninguna relación con el castigo; esta agresión provocada se ha encontrado en diversas especies y en diversos grados de estimulación dolorosa.

5] Causa separación y aislamiento: a nivel humano el castigo lleva a escapar de la situación total. Por ejemplo, el niño que ha sido castigado en la escuela tiende a escapar no sólo del estímulo castigador sino de la escuela y de todo lo que ella implica. Este efecto ha sido considerado por numerosos investigadores como la mayor desventaja del castigo.

A pesar de todo, el castigo se usa. El 99% de los padres entrevistados por Sears y sus colaboradores [1957] habían castigado alguna vez a sus hijos en forma física; sin embargo, sólo el 50% creía en la efectividad de este tipo de castigo.

En algunos casos parecería que el individuo obtuviera *consecuencias satisfactorias* del castigo, porque busca su repetición. Esto se observa en el niño que comete faltas para ser castigado y llamar la atención; en la compulsión a confesar y a castigarnos a nosotros mismos por ciertos errores cometidos y especialmente

en el caso del masoquismo, clínicamente considerado.

Una persona que sólo recibe simpatía cuando sufre, tenderá a aumentar sus sufrimientos, reales o imaginarios, para obtener este afecto que necesita; algunos niños sólo reciben atención de sus padres cuando se comportan mal, y en esta forma se convierten en niños problema con gran facilidad. Para eliminar este comportamiento hay dos soluciones:

a) Dar atención y afecto por cualquier acto que no implique sufrimiento ni compasión, ni merezca reprobación o castigo.

b) Retirar la atención y el afecto cuando el sujeto sufre en forma real o imaginaria, y cuando hace algo "reprobable" con el fin de ser castigado y obtener atención.

Estos casos en los cuales la persona parece buscar el castigo no prueban que el estímulo castigador produzca consecuencias satisfactorias por sí mismo, sino que se asocia con el refuerzo positivo; en realidad sólo prueba la efectividad de este último, esto es, del premio, sea en términos de atención, afecto, *escapar de la tensión insoportable,* etcétera.

1] Extinción de los hábitos indeseables, por falta de refuerzo, por saciedad o por cualquier otro método.

2] Condicionamiento de los hábitos que se quieren formar en su lugar.

En otras palabras, extinguir la conducta indeseada y reforzar el comportamiento que sea incompatible con ella.

A pesar de la ineficacia del castigo a nivel individual, y de la conveniencia de eliminarlo como una forma inadecuada de controlar el comportamiento, esto sólo se logrará cuando se cambien los conceptos de mérito, venganza y responsabilidad, que están muy arraigados en nuestra cultura.

10

GENERALIZACIÓN

El problema de la generalización del estímulo y la respuesta ha preocupado a los psicólogos desde que comenzaron a trabajar usando el paradigma del condicionamiento clásico. Un estímulo dado desencadena una cierta respuesta, pero los estímulos cercanos tienden también a desencadenar esa respuesta. Por otra parte, una respuesta desencadenada por un estímulo no permanece aislada, y otras respuestas análogas tienden a ser desencadenadas por ese estímulo. Estos dos problemas básicos, la generalización del estímulo y la generalización de la respuesta, constituirán el tema del presente capítulo.

GENERALIZACIÓN DEL ESTÍMULO

Un organismo casi nunca percibe dos veces el mismo estímulo en las mismas circunstancias; en otras palabras, un estímulo no se repite casi nunca en la misma forma. Por esto es preciso que exista algún mecanismo capaz de explicar el que el organismo reaccione a estímulos nuevos como reaccionaba a estímulos conocidos antes. Este mecanismo ha sido llamado irradiación espacial o *generalización* por Pavlov [1959], quien lo encontró en sus experimentos y le dio gran importancia.

Cuando un organismo ha sido condicionado a responder a un estímulo particular, estímulos similares pueden también desencadenar la respuesta aunque no hayan sido usados antes. Gráficamente sería en la forma indicada en la figura 18.

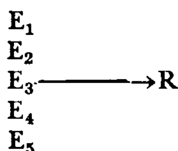


FIGURA 18. *Generalización del estímulo*

Originalmente el estímulo 3 se asoció con la respuesta; por ejemplo un tono de 1 000 db (en el experimento de Pavlov) se estableció como estímulo condicionado (EC); otros tonos adquirieron espontáneamente la capacidad de producir la respuesta, disminuyendo proporcionalmente a la distancia que había entre dichos tonos y el tono original de 1 000 db.

Debido a la importancia del principio de generalización, los trabajos experimentales sobre este tema abundaron en las últimas decadas. Se usaron diferentes tipos de estímulos, se aislaron las variables que influyen en el proceso, se estudió la relación entre generalización y discriminabilidad, el papel que desempeña la experiencia previa, etc. Una descripción completa de nuestros conocimientos actuales sobre generalización del estímulo puede hallarse en Mostofsky [1965].

Los trabajos de Hovland [1937] mostraron que el gradiente de generalización puede representarse como una curva cóncava. Hovland usó un método psicofísico y estímulos auditivos. Hull [1943] insistió en que la fuerza de la respuesta disminuye simétricamente en ambas direcciones, a lo largo de la dimensión del estímulo. Esta posición era simplemente una ampliación de los experimentos de Hovland.

Últimamente se ha encontrado que el método de prueba tiene influencia decisiva en el tipo de curva que se halla. Por esto se considera que ninguna curva representa realmente todos los gradientes de

generalización. Wickens, Schroder y Snide [1954], por ejemplo, utilizando condicionamiento con el psicogalvanómetro y presentando un solo estímulo a la vez, hallaron una curva de generalización en forma de campana. La conclusión que se puede extraer en este momento es que diferentes métodos de prueba producen diferentes gradientes de generalización.

CLASES DE ESTÍMULOS

1] *Estímulos visuales*: dentro de éstos el tamaño ha sido el factor más utilizado en la experimentación. Grice y Saltz [1950] entrenaron grupos de ratas para que recorrieran un callejón y encontraran un disco blanco con una pequeña puerta en el centro; en la parte de atrás del disco había alimento, que los animales podían alcanzar simplemente empujando la puerta. Un grupo fue entrenado para responder a un disco de 20 cm cuadrados, y el otro a un disco de 79 cm cuadrados. Una vez que la respuesta se hubo establecido, ambos grupos se dividieron en varios subgrupos, y se probaron usando el procedimiento de extinción con círculos de 70, 63, 50, 32 o 20 cm cuadrados en un grupo y 20, 32, 50 o 79 cm cuadrados en el otro; los dos grupos mostraron diferentes curvas, pero en ambos casos la cantidad de generalización disminuyó como una función de la diferencia de tamaño entre el estímulo usado originalmente y el usado en la extinción.

2] *Estímulos auditivos*: el experimento de Hovland [1937] con seres humanos no ha sido el único en usar estímulos auditivos. Miller y Greene [1954] y Jenkins y Harrison [1960] los utilizaron en ratas y palomos, obteniendo gradientes de generalización del estímulo. Un fenómeno interesante a este respecto es el llamado "efecto de octava". Se encontró que la respuesta a un tono que estaba exactamente una octava por debajo del tono original producía una

respuesta significativamente mayor que otros tonos más cercanos al tono original [Humphreys, 1939].

3] *Estímulos temporales*: intervalos de tiempo se han utilizado como estímulo condicionado y como estímulo generalizado, sobre todo en la caja de Skinner. Se entrena a los animales a responder a un cierto intervalo; cuando la palanca se presenta a intervalos más cortos que aquellos a los que el sujeto ha aprendido a responder, se observa que requiere más tiempo para responder [Rosenbaum, 1951].

4] *Estímulos verbales*: los estudios de Osgood [1953] sobre generalización semántica muestran que el principio de generalización del estímulo opera también en el lenguaje. Hay tres categorías: signo a signo, objeto a signo, signo a objeto. En la categoría "signo a signo", que ha sido la más utilizada, se presenta una palabra a la cual se condiciona una respuesta; luego se presenta otra que tiene alguna respuesta con la primera (sinónimo, antónimo, etc.) y se observa que el fenómeno de generalización aparece. Parece ser que los sinónimos producen mayor cantidad de generalización que los otros tipos de palabras.

INTERPRETACIONES DE LA GENERALIZACIÓN DEL ESTÍMULO

¿Por qué se generalizan los estímulos? ¿Qué interpretaciones teóricas pueden darse del fenómeno? Una serie de explicaciones se han dado, entre las cuales destacan las siguientes:

1] Hull [1943] presentó una explicación muy completa, que considera la generalización del estímulo como un proceso organísmico básico, relacionado con el refuerzo. Este proceso básico se usa para explicar las dos "paradojas" de Hull, a saber, la paradoja del aprendizaje del estímulo y la paradoja de la evocación del estímulo; estas paradojas se presentaron antes: ¿cómo es posible aprender un estímulo si nunca se repite en forma exactamente igual? (esto

implicaría, naturalmente, que la repetición es indispensable para el aprendizaje); ¿cómo es posible *evocar* una respuesta si el estímulo original al cual se ligó no reaparece nunca? La explicación de Hull es que la respuesta no se liga a un sólo estímulo sino a un grupo de estímulos adyacentes al estímulo original. Hull distinguió también entre generalización *primaria* del estímulo, en la cual la dirección de similitud del estímulo se basaba en las características innatas del organismo, y generalización *secundaria,* adquirida por medio del aprendizaje previo.

2] Lashley y Wade [1946] insisten en que la generalización del estímulo se basa en la incapacidad del sujeto para discriminar las características del estímulo. Dan gran importancia al factor atención, que sería en cierta forma el fundamento de la discriminabilidad. Los sujetos confunden los estímulos, y por eso reaccionan a E_4 como reaccionaron a E_3. La controversia entre la posición de Lashley y Wade por una parte, y los partidarios de Hull por la otra, se ha vuelto tradicional sobre este punto de la generalización del estímulo.

Rock, Lasker y Simon [1969] han estudiado la generalización del estímulo como proceso de reconocimiento. Su posición es opuesta a la de Lashley y Wade y da una interpretación diferente al problema.

3] Otros autores, especialmente Brown, Bilodeau y Baron [1951], prefieren considerar la generalización del estímulo como un simple fenómeno empíricamente observable, sin dar explicaciones teóricas. Un organismo que ha sido entrenado a responder a un estímulo específico responderá también en ciertas condiciones a estímulos que previamente eran neutros. Ésta es la posición más sencilla, y aunque es cronológicamente posterior a la de Hull, tiene menos partidarios.

GENERALIZACIÓN DE LA RESPUESTA

Un estímulo que desencadena una respuesta dada tiende también a desencadenar respuestas que son similares a la respuesta original. La figura 19 presenta el esquema teórico de la generalización de la respuesta.

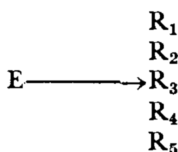


FIGURA 19. *Generalización de la respuesta*

Sin embargo, el problema de la similitud de respuestas (¿en qué se parecen R_2 y R_3?) constituye un complejo problema para la psicología. Es claro que cuando una respuesta se condiciona a un estímulo, otras respuestas se le asocian en cierto grado, pero es muy difícil establecer una *dimensión de similitudes*. Hull [1943] habló de jerarquía de familia de hábito: el organismo nace con una familia de respuestas que tienen mayor probabilidad de ocurrir que otras cuando surge una necesidad biológica; las respuestas, según esto, se organizan en una jerarquía en términos de su probabilidad de ocurrencia. La generalización de la respuesta puede entenderse en términos de jerarquía de familia de hábitos, aunque Hull no estudió específicamente este problema.

Arnold [1945] investigó la generalización de la respuesta *primaria* (en oposición a la generalización de la respuesta *secundaria*, conceptos análogos a la generalización de los estímulos, primaria y secundaria). En su experimento las ratas debían presionar una palanca con una intensidad mínima de 30 o 60 gramos con el fin de lograr el refuerzo. Al tabular los

resultados de la presión ejercida por cada animal, Arnold encontró que variaban alrededor de una presión promedio, que era mayor que la requerida para activar el mecanismo del aparato. Las varias presiones de la palanca, según el autor, reflejaban el mecanismo de generalización (primaria) de la respuesta.

El fenómeno de la generalización de la respuesta, con sus múltiples complejidades, no ha dado origen a interpretaciones teóricas similares a las que se han presentado en relación con la generalización del estímulo. El mismo Hull sólo trató este problema en forma indirecta. Los trabajos de Arnold y de los demás investigadores se han limitado a la parte empírica del problema. La mayor parte de los psicólogos afirman actualmente que, si una respuesta R se asocia con un estímulo E, otras respuestas similares a R tienen una probabilidad mayor que el azar de ser desencadenadas por E. ¿Por qué ocurre en esta forma? ¿Por qué el perro que aprendió a levantar la pata derecha posterior al oír el tono de un zumbador levanta la pata izquierda posterior si le amarramos la derecha? Éste es un fenómeno que todavía no se entiende completamente.

11

APRENDIZAJE DE DISCRIMINACIÓN

Los organismos en condiciones naturales son capaces de escoger una cosa en vez de otra, distinguen la sombra del predador, el olor del enemigo, los cantos del macho durante el período de cortejo. Son capaces de discriminar formas, colores, diferentes grados de brillantez, sonidos y muchas clases de estímulos químicos. Los psicólogos han querido investigar en el laboratorio estos fenómenos con el fin de entender sus variables y su alcance.

Bower define aprendizaje de discriminación como el proceso por el cual los estímulos llegan a adquirir control selectivo sobre el comportamiento [Hilgard y Bower, 1966]. Discriminación es el término que usamos para describir este tipo de control. Sabemos que el organismo puede discriminar entre dos estímulos porque puede hacerse que responda selectivamente a la presencia o ausencia de ellos, y que lo haga en forma confiable. Podríamos definir discriminación como el proceso por el cual un organismo responde a las diferencias entre estímulos. Hay dos tipos de variables que actúan en el aprendizaje de discriminación:

a) Variables del estímulo: los órganos sensoriales del organismo en cuestión deben ser capaces de percibir el estímulo: por ejemplo los rayos ultravioleta no son un estímulo para el ojo humano. Es preciso que el organismo pueda percibir la presencia o ausencia del estímulo, y sus características diferenciales (tamaño, brillantez, etc.). Estas variables del estímulo no han interesado mucho a los especialistas en aprendizaje de discriminación, quienes presuponen

que la especie animal que van a estudiar es capaz de percibir la diferencia, según se sabe por investigaciones previas, y pasan a estudiar otros fenómenos del aprendizaje de discriminación propiamente dichos.

b) Variables motivacionales: el organismo da una respuesta a un par de estímulos según el estado motivacional en que se encuentre, y según su historia previa de aprendizaje. Responde porque uno de los estímulos se ha asociado con el premio y el otro con la ausencia del premio. Responde porque "gana" algo con responder. Estas variables motivacionales han ocupado la atención de los psicólogos durante muchos años.

El aprendizaje de discriminación como rama de la psicología comienza con los trabajos de Pavlov, y debe mucho a hombres como Köhler, Lashley y Spence.

En cierto sentido el proceso de discriminación es el opuesto de la generalización [ver capítulo 10]. El organismo no puede generalizar en forma ilimitada, responder en forma idéntica a todos los estímulos que tengan una cierta característica, por ejemplo a todos los hombres que usen lentes; debe aprender a distinguir entre ellos (su padre, su amigo X, el Dr. Y, el Sr. Z, y una gran cantidad de desconocidos usan lentes, y es preciso discriminar entre ellos, o sea responder a ellos en forma diferencial). Todo el aprendizaje implica cierto grado de discriminación.

DISCRIMINACIÓN SIMULTÁNEA Y SUCESIVA

Existen dos métodos principales de estudiar la discriminación. Las definiciones se deben a Hunter, pero los métodos fueron usados antes por Pavlov.

1] *Método de discriminación simultánea*: los dos estímulos (digamos una tarjeta blanca y una tarjeta negra) se presentan simultáneamente en cada ensayo; la respuesta del animal reside en saltar, en caminar por el callejón en el cual se encuentra el estímulo

"correcto", o empujar la puerta sobre la cual se halla colocado ese estímulo.

2] *Método de discriminación sucesiva*: sólo uno de los estímulos se presenta en cada ensayo, y el animal debe aprender a dar una respuesta en presencia de un estímulo y otra en presencia del otro. Por ejemplo el animal podría aprender a ir hacia la derecha cuando ambos estímulos son blancos, y a la izquierda cuando ambos son negros. Este método también se denomina método de *contraste* [Kimble, 1961], y fue el usado por Pavlov.

El estudio del aprendizaje de discriminación lleva implícito el problema de la atención, tema vedado en la psicología científica hasta los años sesenta por sus implicaciones "mentalistas". ¿Cómo se asocia una respuesta con un estímulo en vez de asociarse con otro? ¿Acaso el animal "atiende" a un estímulo en vez de otro? Más adelante estudiaremos el problema de la atención con cierto detalle.

TRANSPOSICIÓN

W. Köhler [1918] realizó un importante experimento con pollos con el fin de probar algunos principios básicos de la teoría de la gestalt, que él, Wertheimer y Koffka defendían desde hacía varios años. El experimento residió en lo siguiente:

Un pollo fue entrenado a picar una tarjeta gris para recibir alimento, y aprendió a discriminar entre esta tarjeta y otra idéntica en todo pero de un gris más oscuro. Cuando aprendió a preferir la tarjeta más clara, variando el orden de presentación, a derecha, izquierda, etc., al azar, para controlar por preferencias de posición, Köhler le presentó otro par de tarjetas grises; la más oscura era la que antes había sido más clara, y la más clara guardaba con ésta la misma proporción que las dos tarjetas originales; el animal prefirió la tarjeta más clara, en vez de elegir la que había sido correcta originalmente. Köhler dijo que el

animal había aprendido la relación entre los estímulos. Repitió su experimento premiando al sujeto por elegir el estímulo más oscuro, en vez del más claro como en el experimento original, con el fin de controlar por preferencias innatas del sujeto por el estímulo más claro; obtuvo resultados idénticos, el animal parecía responder a la relación "mayor que" y transponía su respuesta. Estos experimentos dieron origen al estudio de la *transposición,* uno de los fenómenos más interesantes del aprendizaje de discriminación.

La demostración de la transposición implica tres etapas [Riley, 1968]:

1] Se entrena al sujeto (animal o humano) a elegir un objeto de preferencia a otro que difiere de él en alguna dimensión física, como tamaño, color o intensidad.

2] Se prueba al sujeto con un nuevo par de estímulos, que generalmente difieren entre sí en la misma medida en que diferían los estímulos originales (de entrenamiento), pero que se han movido hacia arriba o hacia abajo en la dirección del estímulo, o sea que son más claros, más oscuros, más intensos, etcétera.

3] El sujeto elige un estímulo y al hacerlo muestra la misma preferencia relativa en la prueba que mostró en la sesión de entrenamiento.

Si las letras A a Z representan puntos en un continuo físico, en forma tal que la proporción de B a A es la misma que la proporción de C a B, y si el sujeto aprendió originalmente a elegir B en presencia de A-B, entonces una prueba con B-C, siendo C correcto, se denomina prueba de transposición cercana; una prueba con cualquier otro par de estímulos adyacentes (por ejemplo J-K) se denomina prueba de transposición lejana.

La transposición se ha estudiado tradicionalmente con estímulos visuales, pero recientemente se ha logrado también con estímulos auditivos [McKee &

Riley, 1962]. Muchas especies se han estudiado en cuanto a transposición: hombres de todas las edades, desde antes de adquirir el uso del lenguaje hasta la edad adulta, chimpancés, monos macacos, ratas, palomos, pollos, tortugas de mar, cuervos, peces, etc. La mayoría de las investigaciones, sin embargo, se han realizado con niños y con ratas de laboratorio.

El estudio de la transposición ha sido el campo de batalla de dos teorías de importancia central en la psicología contemporánea: el enfoque del estímulo-respuesta (E-R) y la teoría de la gestalt. Durante muchos años únicamente se tuvo en cuenta la interpretación de Köhler, y se creyó que efectivamente los sujetos respondían a la relación de los estímulos. Sin embargo, en 1937 Spence presentó su famosa interpretación con base en el enfoque E-R. La teoría de Spence [1937] es una teoría absoluta, no relacional como la de Köhler [1918]. Según ella, los sujetos responden a las propiedades absolutas de los estímulos, no a su relación; los gradientes de excitación e inhibición y su suma algebraica pueden explicar los datos encontrados en los experimentos sobre transposición. Spence muestra que al final del entrenamiento de discriminación (al terminar la etapa 1 de las tres enumeradas arriba) el sujeto ha desarrollado tendencias excitatorias (acercarse al estímulo positivo), e inhibitorias (no acercarse al estímulo negativo). Spence llama a estas tendencias E (excitación) e I (inhibición). El estímulo positivo (E^+) es la parte de la situación experimental que se ha correlacionado con el premio; el estímulo negativo (E^-) es la parte de la situación experimental que se ha correlacionado con la ausencia del premio. Spence presenta una figura muy bien conocida, que no es preciso repetir aquí, en la cual se indica gráficamente cómo los gradientes de excitación e inhibición se combinan en la situación de transposición, y cómo el sujeto responde a los valores absolutos de los estímulos, no a su rela-

ción; sin embargo, los resultados son los mismos que Köhler y otros investigadores encontraron antes.

En este momento se han propuesto otras interpretaciones de la transposición que no es necesario presentar aquí. Baste decir que la transposición es un fenómeno muy bien establecido en la psicología contemporánea, y que existen dos interpretaciones básicas: que el sujeto responde a la relación entre los estímulos (teoría relacional de Köhler) o que responde a los valores absolutos de los mismos (teoría absoluta de Spence). Cuál de las dos interpretaciones sea preferible, depende ante todo de los postulados en que se base el investigador.

La transposición es un fenómeno de enorme complejidad, uno de los más complicados e interesantes de la psicología del aprendizaje. Hay muchas variables que entran en juego, entre las cuales podemos mencionar: la dificultad de discriminar entre los estímulos, los efectos de contraste y de fondo, la edad de los sujetos, la distancia entre los estímulos de entrenamiento y los estímulos de prueba, el tiempo entre el entrenamiento y la prueba, el método de presentar los estímulos (simultáneos o sucesivos), la cantidad de entrenamiento, si se trata de una tarea o de varias a la vez, etc. Una descripción completa puede encontrarse en mi monografía (en preparación) titulada *Transposition: A Contribution to Experimental Psychology*.

CONJUNTOS DE APRENDIZAJE ("LEARNING SETS")

Otra de las áreas más atractivas del aprendizaje de discriminación es la formación de conjuntos de aprendizaje (*learning sets*). El fenómeno de los *conjuntos de aprendizaje* fue descubierto por Harlow [1949] en sus experimentos sobre aprendizaje de discriminación en monos Rhesus, llevados a cabo en la Universidad de Wisconsin. Se sabía desde antes que la práctica en una serie de tareas de aprendizaje conduce a una me-

jora general en la habilidad del organismo para manejar situaciones de aprendizaje. Harlow dice que el organismo "aprende a aprender". Esto parece aplicarse a tareas de cualquier nivel de complejidad, y a toda clase de sujetos.

En sus experimentos que le llevaron a descubrir este interesante fenómeno, Harlow [1949] entrenó monos en largas series de tareas de discriminación, más de 300 discriminaciones, en el aparato inventado por él y denominado *Wisconsin general test apparatus* (WGTA); cada discriminación se presentó durante 6 ensayos. Con el avance de las series de problemas se observó una enorme mejoría en la capacidad de los monos para resolver problemas de discriminación; en las últimas series los animales daban 98 por ciento y más de respuestas correctas.

Harlow indicó que los animales aprenden a aprender, y explicó en esta forma el fenómeno del *insight* o comprensión de la situación, que había sido estudiado antes por Köhler (1925). La conducta de comprensión aparece sólo una vez que el sujeto ha tenido mucha experiencia con la clase de problema en cuestión; hasta ahora no hay ninguna prueba de que exista *insight* (en animales ni en hombres) sin experiencia previa en la situación del problema. Los monos de Köhler resolvían sus problemas solamente después de haberse familiarizado con la situación y de haber ensayado varias soluciones. El *insight* puede explicarse por conjuntos de aprendizaje y en esta forma puede producirse en el laboratorio en condiciones controladas.

Los conjuntos de aprendizaje se han estudiado en monos, ratas, gatos, niños normales y retardados mentales, y en todos los casos se han encontrado los mismos principios. Parece ser que la velocidad con que se forman los conjuntos de aprendizaje depende del nivel filogenético del sujeto que aprende; se ha observado que los chimpancés pueden formar conjuntos de aprendizaje semejantes a los que forman

los niños retardados mentales, pero que lo hacen en forma más lenta que los niños normales. Los conjuntos de aprendizaje pueden generalizarse, y de ahí su utilidad y la posibilidad de explicar con su ayuda el fenómeno de la "comprensión".

ATENCIÓN

Al aplicar la navaja de Occam a los problemas tradicionales de la psicología con el fin de sacarla de los callejones sin salida en los que se encontraba a comienzos del siglo xx, muchos conceptos debieron descartarse radicalmente. Uno de ellos fue la "atención", cuyas implicaciones mentalistas estaban en contra de los intereses objetivos y científicos de la mayor parte de los psicólogos. Ellos querían hacer que la psicología fuera una ciencia tan exacta como la física, y muchas ideas deberían ser sacrificadas en esta empresa.

Sin embargo, los neurofisiólogos y neuropsicólogos siguieron trabajando en el problema de la atención, y fue un latinoamericano, Hernández-Peón, el que realizó los más importantes descubrimientos sobre el problema de la atención y las variables fisiológicas correlacionadas con ella. Sus investigaciones sobre la habituación, el estado de alerta, el sistema reticular activador del cerebro y demás cuestiones similares de neuropsicología llamaron la atención del mundo científico y pusieron el concepto de "atención" nuevamente dentro del ámbito de la ciencia.

En psicología, Trabasso y Bower [1968] y Lovejoy [1968] han publicado los libros más importantes sobre este tema, la atención en el aprendizaje, específicamente en el aprendizaje de discriminación, y han vuelto "respetable" el concepto que se descartó durante casi 40 años.

Bower define la atención como el control del comportamiento que se lleva a cabo por acción de sólo unos aspectos selectos del complejo de estímulo.

Cuando el animal vuelve la cabeza y ajusta los ojos de modo que la imagen visual de un objeto se proyecte en la retina en condiciones óptimas, decimos que está atendiendo al estímulo, o a un aspecto de él. Los receptores "periféricos" han sido los primeros en merecer estudio por parte de los psicólogos; después se consideraron los receptores "centrales", que habían sido señalados por Hernández-Peón. Según este investigador existían filtros o mecanismos que bloqueaban la llegada de estímulos, tanto a nivel del receptor sensorial, como a nivel de la primera sinapsis del tracto sensorial.

En experimentos sobre aprendizaje de discriminación realizados en los últimos años con sujetos humanos se ha encontrado que, si a una persona se la entrena con varias señales redundantes, en pruebas posteriores se observa que su comportamiento está bajo el control de un componente del complejo de estímulos, no de todos los componentes. En un experimento representativo Trabasso y Bower [1966] entrenaron estudiantes a dar cierta respuesta ante círculos rojos y otra ante triángulos azules, con muchos estímulos irrelevantes para complicar más la situación; después de entrenarlos se les dieron pruebas especiales sólo con el componente de color (rojo o azul), o sólo con la forma (círculo o triángulo); se observó que algunos sujetos aprendieron el significado del color, pero sin entender nada sobre la forma, otros aprendieron el significado de la forma pero sin entender nada del color, y otros aprendieron ambas señales (la forma y el color). Se dice que los sujetos "prestaban atención" al color, a la forma, o a ambos tipos de señales.

Los modelos matemáticos que se han ideado para explicar la acción de la atención en la selección de estímulos han alcanzado un altísimo nivel de refinamiento y de elegancia [ver Trabasso y Bower, 1968; Lovejoy, 1968]. Son mucho mejor elaborados que las explicaciones dadas previamente en los estudios sobre

formación de conceptos, y pueden servir para la misma finalidad.

En todo caso, parece que los sujetos humanos y animales tienen la capacidad de seleccionar un aspecto de la situación como estímulo, y actuar de acuerdo con las señales de esta clase. Se consideran atributos relevantes los que están correlacionados con el premio. La operación de codificación o "respuesta de codificación" ha merecido serio estudio, pero todavía no se entiende completamente. Parece ser que las respuestas codificadas se arreglan dentro de una jerarquía, y que varios factores (especialmente el aprendizaje previo), influyen en esa jerarquía. Los sujetos son capaces de inventar o descubrir la manera de codificar información relevante y de dejar pasar la información irrelevante.

12

EXTINCIÓN

LA EXTINCIÓN COMO PROCESO Y COMO PROCEDIMIENTO

El término "extinción" se refiere a un procedimiento experimental y a un proceso psicológico. Muchas veces se usa el término "extinción experimental", pero la extinción parece ser un fenómeno de carácter general. Reside en lo siguiente: después de establecer una respuesta condicionada se presenta el estímulo condicionado repetidamente sin el estímulo incondicionado (sonido sin alimento, en el experimento original de Pavlov); el resultado es una reducción gradual de la amplitud de la respuesta. Se dice que la respuesta se ha extinguido cuando la respuesta condicionada ha desaparecido del todo.

Como procedimiento, la extinción consiste en presentar el estímulo condicionado sin el estímulo incondicionado. Como proceso psicológico se refiere a la explicación del fenómeno, ya sea en términos comportamentales o en términos fisiológicos. Modernamente la extinción se refiere a la desaparición de la RC por cualquier procedimiento que sea, no únicamente por la omisión del EI, como en la formulación original. En condicionamiento operante al no dar alimento en la caja de Skinner por presionar la palanca se dice que los sujetos están en proceso de extinción. La desaparición de la respuesta (el proceso psicológico) también se denomina extinción.

La figura 20 presenta un caso teórico de extinción experimental; la curva es similar a la que se encuentra en la mayor parte de los casos. La amplitud de la respuesta en el primer ensayo de extinción es 100%

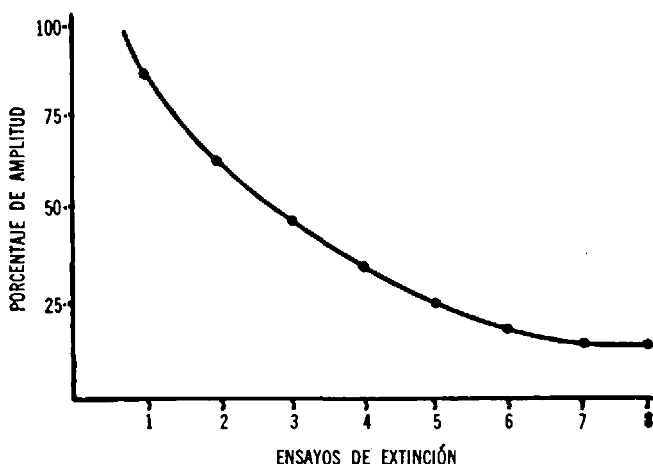


FIGURA 20. *Extinción experimental*

(el experimentador la denomina así). La disminución en la amplitud de la respuesta en ensayos sucesivos se expresa en porcentajes de esta respuesta original.

ENTRENAMIENTO Y EXTINCIÓN

Entre mayor es la cantidad de entrenamiento más fuerte es el hábito y mayor la resistencia a la extinción. A esto se debe que la resistencia a la extinción se haya usado como medida de la resistencia del hábito, aunque es una medida poco confiable y está cayendo en el descrédito. Se ha observado que seguir dando refuerzos, en forma continua, después de alcanzar el criterio de aprendizaje (procedimiento conocido como sobreaprendizaje, y similar al fenómeno del mismo nombre en aprendizaje verbal) aumenta la resistencia a la extinción. Sin embargo, si el problema es demasiado simple y el entrenamiento se prolonga mucho, se obtienen resultados

opuestos a los anteriores: la resistencia a la extinción es menor que en sujetos no sometidos al sobreaprendizaje [Ison, 1962].

DESINHIBICIÓN

Pavlov encontró que, si se introduce un estímulo extraño durante el procedimiento de extinción experimental, se produce un aumento en la respuesta durante ese ensayo. Según Pavlov la extinción sería la *inhibición de la respuesta*, y el estímulo extraño inhibiría la inhibición, causando una respuesta mayor. Esta "inhibición de la inhibición" no se ha explicado a nivel fisiológico pero se utiliza a nivel comportamental y es uno de los principios básicos del sistema de Pavlov.

RECUPERACIÓN ESPONTÁNEA

La respuesta que se ha extinguido reaparece algunas veces espontáneamente después de cierto tiempo. La recuperación espontánea es generalmente parcial, no completa. Pavlov encontró que después de extinguir una respuesta condicionada de salivación, un breve descanso producía un aumento de secreción salival ante el estímulo condicionado.

Mientras que Pavlov estudió la recuperación espontánea en el condicionamiento clásico, Ellson [1938] lo hizo en aprendizaje instrumental, y Ardila [1969*b*] en aprendizaje de evitación. Ellson deseaba cuantificar algunos principios de comportamiento según la teoría hulliana, y específicamente la recuperación del sHr como función del tiempo que sigue a la extinción; entrenó ratas para que presionaran una palanca, extinguió la respuesta y midió la recuperación espontánea después de diversos períodos. Los resultados de este experimento mostraron que la recuperación espontánea es una función negativamente acelerada del tiempo transcurrido desde la

extinción; la recuperación ocurre rápidamente al comienzo, y se nivela con el paso del tiempo. Ellson encontró también que la naturaleza de la función depende de la fuerza original de la respuesta condicionada, del número de ensayos de extinción y del número de veces que la respuesta se ha extinguido y recondicionado.

Hull [1943] escribió que la recuperación espontánea se lleva a cabo por el mero paso del tiempo, y que el curso de la recuperación es una función creciente del tiempo transcurrido desde la terminación de la respuesta final de la serie que produjo la inhibición en cuestión. [Corolario III, p. 284.]

Estes [1955] desarrolló una teoría estadística de la recuperación espontánea basada en su enfoque matemático y en la teoría del muestreo de estímulos. Indicó que el tiempo entre ensayos o entre las sesiones de extinción abunda en eventos; algunas veces los podemos observar, otras simplemente los inferimos; las características de estímulo de las situaciones experimentales pueden variar de un ensayo a otro, y el aprendizaje puede ocurrir si las situaciones de estímulo tienen elementos en común. Esto implicaría, entre otras cosas, que la probabilidad de una respuesta al final de un período experimental puede no ser la misma que la probabilidad de esa respuesta al comienzo del siguiente período experimental, porque es muy factible que los eventos de estímulo presentes hacia el final de un período experimental sean diferentes de los eventos del estímulo presentes al comienzo del siguiente período experimental. En esta forma la teoría del muestreo de estímulos predice en forma matemáticamente exacta los hallazgos de los experimentos sobre recuperación espontánea.

ESFUERZO

El número de ensayos requeridos para extinguir una respuesta disminuye al aumentar el esfuerzo que se

requiere para ejecutar la respuesta. Sin embargo, la situación varía según que el esfuerzo (medido como la presión que debe ejercer el animal en la caja de Skinner) se refiera a la adquisición o a la extinción. En el experimento más importante sobre este tema Applezweig [1951] ajustó la palanca en una caja de Skinner en forma tal que un grupo de animales requería presionarla con una fuerza dada y otro con una fuerza diferente, con el fin de obtener el premio; varió el número de gramos de presión requerida tanto durante el proceso de adquisición como durante el proceso de extinción. Encontró que la fuerza de la respuesta *aumentaba* con la cantidad de esfuerzo requerido durante la adquisición y *disminuía* con el esfuerzo requerido durante la extinción.

EXPLICACIONES DE LA EXTINCIÓN

A pesar de su simplicidad aparente, el fenómeno de la extinción ha sido explicado en formas muy diversas, entre las cuales merecen destacarse las siguientes:

1] *Disminución del incentivo*: durante el proceso de adquisición se da el premio, durante el proceso de extinción no se da. Al no encontrarse más el estímulo incondicionado, su valor como incentivo (K, según la terminología de Hull) disminuye. La extinción podría explicarse como disminución del incentivo, y aumento de la inhibición (I).

2] *Disminución de la fuerza del hábito*: dado que el sHr es función del número de refuerzos, al no presentarse el refuerzo la fuerza del hábito disminuiría.

3] *Cambios en el impulso*: el componente D no es igual durante la adquisición y durante la extinción. Al no presentarse el premio se produce un impulso, que tiene influencia en la ejecución durante el período de extinción.

4] *Aprendizaje de una respuesta incompatible*: originalmente el animal, al ser colocado en un

aparato, lo explora, va de un lado a otro, se rasca, mira hacia todas partes; cuando aprende la respuesta, por ejemplo presionar una palanca, los otros comportamientos no relevantes a la situación en cuestión desaparecen. Esas respuestas pueden reaparecer durante la extinción. Para Hull el no responder podía considerarse como una respuesta, de ahí su concepto de inhibición (reactiva, que era un impulso a no dar de nuevo la respuesta, similar al concepto de fatiga y desaparecía con el tiempo, y condicionada, que era una tendencia aprendida a no hacer la respuesta). La extinción sería la adquisición de respuestas físicamente incompatibles con la respuesta condicionada originalmente.

5] *Extinción como frustración*: esta explicación aparece ligada al nombre de Amsel [Amsel y Roussel, 1952; Amsel y Ward, 1954]. No dar el premio produce en el organismo un estado de frustración, que tiene propiedades negativas análogas al choque eléctrico; el impulso aumentaría durante la extinción, y en efecto se ha observado experimentalmente que el animal corre más rapidamente para alejarse de la caja donde antes había alimento y ahora no lo hay, que para alejarse de una caja donde nunca lo ha habido.

¿Cuál de estas cinco explicaciones del fenómeno de extinción es la más aceptable? En la psicología contemporánea las dos últimas, el aprendizaje de respuestas incompatibles y la extinción como frustración, gozan de mayor popularidad que las otras explicaciones, y han generado numerosas investigaciones.

13

OLVIDO

El olvido es un hecho que se presenta en todas las facetas de la vida humana. Olvidamos números, caras, hechos, acontecimientos, citas, códigos que podrían haber salvado la vida de una persona en la guerra, palabras en lenguas extranjeras, palabras en nuestro propio idioma, olvidamos "enseñanzas morales" y muchas cosas más. Sin embargo, el olvido tiene una enorme importancia adaptativa, y que no siempre se ha indicado claramente. Todo sistema de almacenamiento (y la memoria es un sistema de almacenar información) tiene sus límites. Parece que no podemos aprender más allá de cierto límite, y después de alcanzar este punto de "sobresaturación" es preciso olvidar lo que hemos aprendido para poder aprender materiales nuevos. Se dice que "el saber no ocupa lugar", pero en este asunto, como en tantos otros, la sabiduría popular se equivoca completamente.

El hombre posee una asombrosa capacidad de olvidar. Sabemos también que el olvido ocurre rápidamente al principio, y disminuye con el paso del tiempo. Más adelante veremos que no es el tiempo como variable independiente ni como factor casual, sino lo que ocurre durante ese tiempo, lo que lleva a olvidar. Olvidamos casi el 50% de lo aprendido durante la primera hora, y más adelante olvidamos cada vez menos, hasta llegar un momento en que no olvidamos casi nada (ni recordamos casi nada...).

El estudio del olvido se ha realizado en el área del aprendizaje *verbal* con sujetos humanos. Hay unos pocos casos en los cuales se ha estudiado el olvido de respuestas condicionadas en animales, pero

estos experimentos constituyen la excepción, no la regla. En animales se estudia el proceso de extinción [ver capítulo 12] cuya relación con el olvido es muy clara pero no se ha investigado suficientemente. Lo ordinario es presentar un material verbal que se ha de aprender, generalmente largas series de sílabas sin sentido, y más adelante medir la cantidad de información que los sujetos (humanos) retienen; se traza una curva de olvido en función del tiempo, que estudiaremos más adelante.

El término *olvido* en psicología se refiere a la cantidad de información que se pierde, mientras que el término *retención* se refiere a la cantidad que se recuerda. Este capítulo podría denominarse "retención" en vez de olvido, y el material que se incluyera sería exactamente el mismo.

El olvido se ha estudiado en términos cuantitativos y cualitativos. Los cambios *cuantitativos* dependen de las condiciones del aprendizaje original, de la naturaleza del material aprendido y de factores motivacionales. Se sabe que las condiciones que favorecen el aprendizaje original favorecen también la retención; los materiales con sentido se recuerdan mucho más que los materiales sin sentido; las cosas que se desea recordar se recuerdan mucho mejor que las cosas que se aprenden sin la intención de recordarlas. Los cambios *cualitativos* se estudian en las alteraciones de la memoria, como en el caso del rumor, o de información que pasa de una persona a otra, y cuyos detalles cambian (a veces en forma muy considerable); se añaden aspectos, se quitan detalles, se "mejora" la historia o se cambia hasta hacerse prácticamente indistinguible.

LA CURVA DEL OLVIDO

La psicología del aprendizaje como disciplina científica nace con Hermann Ebbinghaus [1850-1909], psicólogo alemán que realizó los primeros estudios

cuantitativos sobre el aprendizaje y el olvido del material verbal. Ebbinghaus no tuvo a su alcance las refinadas técnicas matemáticas de la psicología actual ni las complejas teorías de esta ciencia de nuestros días. Pero utilizó los conocimientos estadísticos de la época y realizó estudios controlados que están a la altura de los experimentos realizados por los psicólogos contemporáneos.

Ebbinghaus fue el primero en estudiar el aprendizaje y la memoria en forma cuantitativa. Inventó un instrumento, las *sílabas sin sentido,* con el fin de hacer cada unidad verbal de dificultad uniforme; se sabía (y él también lo estudió) que el sentido del material que se había de aprender tenía una influencia básica en la retención; para evitar que este factor alterara los resultados, Ebbinghaus inventó una enorme cantidad de sílabas sin sentido (23 000) tales *bap, tox, rif.* En esta forma, los significados del material que se había de aprender no se asociarían y confundirían el cuadro. Las sílabas, en los experimentos de Ebbinghaus, debían aprenderse en el orden de aparición; se presentaban con un tiempo estándar, dos quintos de segundo por sílaba. Ebbinghaus fue un experimentador meticuloso, que controló todos los factores con enorme cuidado: la hora del día, su régimen de vida, etc. Es preciso señalar que él fue su único sujeto de experimentación. ¿Podremos acaso generalizar a toda la humanidad los descubrimientos de un sujeto de 35 a 40 años de edad, en un país de Europa, del siglo pasado? La respuesta parece ser afirmativa. Su libro básico sobre aprendizaje verbal y memoria [Ebbinghaus, 1885] sigue siendo una obra clásica de psicología científica, y sus descubrimientos conservan mucha actualidad y se han repetido innumerables veces, con muchos sujetos y en muchos países.

Ebbinghaus consideraba que había aprendido una lista de sílabas sin sentido si podía repetirla de memoria una vez. Se preguntó cómo influía la *lon-*

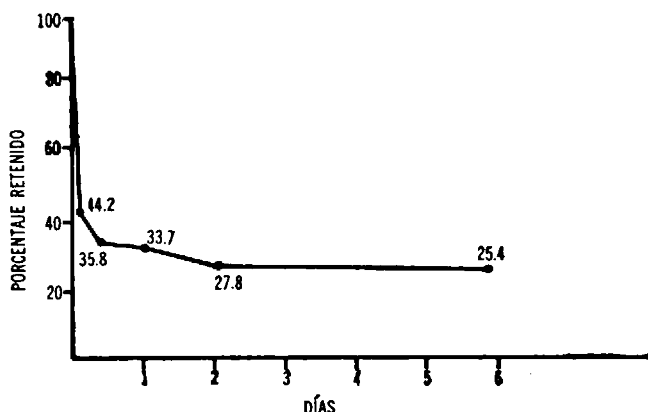


FIGURA 21. *Curva del olvido*

gitud de la lista en el número de lecturas necesarias para memorizarla. Notó que podía aprender 7 u 8 sílabas sin sentido en una sola lectura. Pero al alargar la lista el número de lecturas requeridas crecía en forma desproporcionada.

Estudió también qué pasaba cuando continuaba reaprendiendo una serie de sílabas después de saberla perfectamente. ¿Cuánto trabajo se requería para reaprender lo que había aprendido antes? Estas investigaciones dieron origen al método del ahorro, que estudiaremos muy pronto, y al concepto de *sobreaprendizaje* y su función en la retención.

¿Cuánto material se recordaba a las 24 horas de haberlo estudiado? ¿Qué tiempo se requería para reaprenderlo todo nuevamente? Ebbinghaus, en su estudio cuantitativo de la curva del olvido, mostró que el olvido es sumamente rápido en las primeras horas, menos rápido en las siguientes, y considerablemente más lento en las siguientes. Finalmente, la curva se convertía casi en una línea recta, asíntota al eje de X. La figura 21 muestra una adaptación de la curva del olvido encontrada por Ebbinghaus.

Con estos trabajos Ebbinghaus acababa de demostrar que un fenómeno altamente "mentalista", subjetivo, oscuro y vago, podía estudiarse dentro del campo de la ciencia natural y someterse a las técnicas matemáticas de la época.

Una hora después de haber aprendido el material, Ebbinghaus recordaba sólo el 44.2%. A las 24 horas del aprendizaje original recordaba el 33.7%. A los dos días el 27.8%. A los seis días recordaba el 25.4%.

La curva del olvido de Ebbinghaus, que ha sido encontrada por muchos otros investigadores, aunque con ciertas variaciones (la altura de la curva es diferente, pero la forma es aproximadamente igual), puede colocarse en coordinadas logarítmicas, y da una relación de línea recta. En esta forma, usando el logaritmo del tiempo en vez del tiempo, se logra reducir la curva del olvido a proporciones manejables para su representación gráfica. Como el olvido es sumamente rápido al comienzo y disminuye con el uso del tiempo, la representación logarítmica del porcentaje retenido encaja aceptablemente bien en una línea recta, y facilita su manejo.

Ebbinghaus se interesó también en estudiar material con sentido, aprendió de memoria el *Don Juan* de Byron y utilizó el método del ahorro como medida de retención. Notó que la forma de la curva del olvido era similar en el material con sentido y sin sentido, pero la caída era mucho menor en el material con sentido. Veintidós años después todavía recordaba buena parte del material con sentido que había aprendido. En general la proporción era de 10 a 1, a favor del material con sentido; por ejemplo, si se requerían 80 repeticiones para aprender una larga lista de sílabas sin sentido se requerían solamente 8 repeticiones para aprender un material de igual longitud (igual número de sílabas) pero con sentido.

La obra de Ebbinghaus puso de manifiesto la

existencia de diversos métodos para medir la retención (y por lo tanto el olvido), que estudiaremos en seguida.

MÉTODOS DE MEDICIÓN

Los problemas de la retención y del olvido están íntimamente relacionados con ciertas dificultades de medición. En la situación estándar de laboratorio con sujetos humanos se dan listas de sílabas sin sentido para que las aprendan y se cuenta el número de veces que el sujeto debe leer cada lista para aprenderla (el criterio generalmente es una repetición sin errores). Las listas de sílabas pueden agruparse en unidades, presentarse en forma masiva o en forma espaciada (o sea sin descansos o con descansos). Después de cierto tiempo, 1 hora, 6 horas, 24 horas, se mide el porcentaje de retención, haciendo que el sujeto repita las sílabas que aprendió originalmente. Es posible idear gran cantidad de variaciones, y de hecho se han logrado y se usan actualmente en los estudios de aprendizaje verbal. Por otra parte, las sílabas sin sentido no cuentan ya con el interés de muchos psicólogos, y están siendo remplazadas por otros materiales estándar de aprendizaje verbal.

Lo importante en este momento es insistir en que hay *diferentes métodos* de medir la retención del material aprendido. En el caso descrito en el párrafo anterior se usó el método del recuerdo, que es uno de los cuatro principales. Una descripción completa sería la siguiente:

1] *Método del recuerdo*: también denominado método de anticipación. El sujeto debe reproducir el material aprendido, repetirlo completamente. Este método da índices de retención sumamente bajos, o sea que es muy difícil. Puede subdividirse en dos, según que el recuerdo se lleve a cabo con ayuda o sin ayuda (con o sin señales externas).

2] *Método del reconocimiento*: el sujeto aprende

el material y después, en la sesión de prueba, debe reconocerlo entre las diversas alternativas que se le presentan. Da un alto índice de retención, o sea que es un método fácil. Es el usado en los exámenes "objetivos". Este método conlleva varias fuentes de error; el sujeto puede identificar las unidades no con base en el reconocimiento sino con base en el simple azar; a esto se debe que las pruebas psicométricas siempre tomen en cuenta el factor azar. Y en segundo lugar la homogeneidad de las muestras también influye en el reconocimiento.

3] *Método de reaprendizaje*: también denominado método del *ahorro*. El sujeto aprende el material, deja pasar cierto tiempo hasta que es incapaz de recordar nada del material original, y lo vuelve a aprender. Es un hecho bien conocido que la segunda vez se aprende en un tiempo mucho menor que la primera. Si originalmente el individuo requirió 10 ensayos para aprender las listas de sílabas sin sentido, y la segunda vez requirió únicamente 4 eso implicaría un 60% de "ahorro", y éste es el índice de retención que se obtiene con este método. Con frecuencia se usa la siguiente fórmula para calcular el porcentaje de ahorro:

$$\text{porcentaje de ahorro} = \frac{\text{aprendizaje original} - \text{aprendizaje nuevo}}{\text{aprendizaje original}} \times 100$$

4] *Método de reconstrucción*: se asemeja al método del recuerdo. Sin embargo, al sujeto se le dan los materiales previamente aprendidos para que los ponga en orden. Debe recordar la organización, no las unidades en sí mismas.

En realidad los cuatro métodos miden aspectos diferentes, y en sentido estricto es difícil compararlos. Las exigencias son diferentes en cada caso. A pesar de ello es posible planear un experimento muy sencillo, en el cual cuatro grupos de sujetos comparables aprenden cuatro tipos comparables de mate-

rial, y después se mide la retención con un método en un grupo, con otro en el segundo, con otro en el tercero, y con el último en el cuarto. Esto se ha hecho numerosas veces, con diferentes materiales, y se obtienen curvas de olvido muy similares; la forma de la curva es la misma en los cuatro métodos, pero la altura es diferente. El método de reconocimiento da una altura mayor (retención mayor, método más fácil); el método del reaprendizaje está más abajo y el método del recuerdo da un índice de retención menor, es más difícil y tiene una altura menor que los otros tres.

Los exámenes "por temas" usan el método del recuerdo, y los exámenes "objetivos", como veíamos antes, usan el método del reconocimiento o de la reconstrucción. El método del ahorro no se ha usado en educación, a pesar de su importancia; fue el que siguió Ebbinghaus en sus estudios pioneros sobre aprendizaje verbal; actualmente se tiene en cuenta al aprender lenguas extranjeras, que se olvidan fácilmente pero se reaprenden con un ahorro considerable de tiempo y esfuerzo.

TEORÍAS DEL OLVIDO

¿Por qué olvidamos? ¿Por qué no se retiene indefinidamente el material aprendido? Es un hecho empírico que olvidamos aceleradamente, y que el olvido tiene una clara función adaptativa. Con el fin de explicar por qué olvidamos se han propuesto tres teorías, la primera de las cuales cuenta con las simpatías del público en general pero no de todos los especialistas. Las tres explicaciones son: la teoría del desuso, la teoría de la interferencia y la teoría del trazo.

1] *Teoría del desuso*: según la creencia popular, olvidamos porque las impresiones se desvanecen con el paso del tiempo. Por falta de uso los recuerdos se debilitan y finalmente se pierden. Sin embargo, esta

creencia no tiene razón de ser, y existen muchísimas razones en contra [Osgood, 1953] entre las cuales pueden indicarse las siguientes: *a*) en el fenómeno de extinción, estudiado en el capítulo anterior, la actividad se practica, pero el hábito se debilita y se olvida; *b*) el fenómeno de la recuperación espontánea indica que la falta de uso puede estar acompañada por la reaparición del acto; *c*) científicamente usar "el tiempo" como variable no tiene suficiente fundamento; sabemos que no es el tiempo sino lo que ocurre durante él lo que hace, por ejemplo, que se oxide una barra; el tiempo simplemente permite que ocurran ciertos acontecimientos. Según lo que sabemos hoy, si congeláramos un hombre que acaba de aprender un material, y alguien lo descongelara mil años después, recordaría perfectamente todo lo que aprendió; no es el tiempo sino los acontecimientos que ocurren durante el tiempo lo que lleva a olvidar, y en este caso nada ocurriría durante esos mil años. La teoría del desuso es falsa, y existen numerosos experimentos que lo demuestran [Jenkins y Dallenbach, 1924; Van Ormer, 1932; McGeoch, 1932].

2] *Teoría del trazo*: los psicólogos de la gestalt postulan la existencia de un trazo de memoria que tiene carácter dinámico. La dimensión temporal de la experiencia [Koffka, 1935] se transforma en dimensiones espaciales en el campo del cerebro, y puede interpretarse por medio de los mismos principios que se usan al estudiar la percepción. Los trazos se transforman dentro del sistema de fuerzas del campo cerebral. Los materiales organizados, bien estructurados, producen trazos de memoria más estables. Los trazos de memoria se asimilan a otros que se encuentran simultáneamente en el campo, y la asimilación es función de la similitud. Los experimentos sobre recuerdo de figuras completas e incompletas y de figuras ambiguas demuestran que hay gran parte de verdad en esta concepción gestaltista de la memoria y del olvido. El material que recordamos se presenta

transformado según los conceptos de "buena figura" y demás principios de la gestalt. Se olvida [Koffka, 1935] por las siguientes razones: desintegración autónoma, asimilación a otros materiales, baja tensión en el sistema del trazo e incapacidad de comunicar la diferencia existente entre el trazo presente y los otros trazos. A pesar de la parte de verdad existente en esta concepción gestaltista de la memoria y del olvido (que se ha integrado a la psicología científica), los conceptos de "campos de fuerza" y otras explicaciones similares no gozan de mucha popularidad entre los psicólogos contemporáneos.

3] *Teoría de la interferencia*: según esta teoría, que es la más aceptada en nuestros días, el olvido es función directa del grado en que nuevas respuestas sustituyen durante el intervalo de retención a las respuestas originales. En otras palabras, una respuesta desplaza a la respuesta original y se asocia con esos estímulos. El olvido sería, en líneas generales, inhibición retroactiva. Entre más similares sean la respuesta original y la nueva, más olvido se presenta; entre más diferentes sean menos olvido ocurre. Los principios básicos de conducta en los cuales se fundamenta esta teoría son: *a)* formación de hábitos por incrementos sucesivos; *b)* generalización de estímulos y de respuestas, según los hechos que hemos estudiado en el capítulo 10; *c)* competencia entre respuestas: cuando dos respuestas "compiten" por asociarse con un estímulo, se logra asociar la que tenga una resistencia de hábito ($_sH_r$) mayor.

Esta teoría del olvido como interferencia se basa en las relaciones entre estímulos y respuestas. Los cambios de contexto tienen gran importancia: sabemos por ejemplo que si una cara aparece en un contexto nuevo tenemos dificultad para reconocerla, y lo mismo sucede con una voz que puede sernos sumamente familiar en el contexto de costumbre. La dirección y el grado de la interferencia y su influencia en el olvido se han estudiado experimentalmente.

El concepto de "similitud" de material, que es básico en esta teoría, debe definirse cuidadosamente, y sigue siendo un concepto vago.

Osgood [1953] insiste en que la teoría del trazo y la teoría de la interferencia no difieren tanto como parecería a simple vista. Se trataría de diferencias de terminología, no de conceptos básicos. Los principios gestálticos de asimilación y aislamiento podrían identificarse con los principios de generalización y discriminación; los sistemas de tensión (gestalt) son equivalentes a los impulsos. Sin embargo, hay una diferencia básica, y es el concepto de *trazo;* para la teoría gestaltista se trataría de un proceso activo que persiste y varía espontáneamente en el tiempo, mientras que para la teoría de la interferencia no hay ningún cambio intrínseco en el sistema, y todas las variaciones provienen del exterior. Según los gestaltistas hay cambios dinámicos e intrínsecos en la memoria; según los partidarios de la teoría de la interferencia no los hay.

INHIBICIÓN RETROACTIVA Y PROACTIVA

El análisis anterior sobre teorías del olvido mostró que no se olvida por el simple paso del tiempo ni por la organización de "campos cerebrales" sino por interferencia. La actividad que se interpola entre el aprendizaje original y la retención influye en esta última. Müller y Pilzecker [1900] llamaron a este fenómeno *inhibición retroactiva,* y el término se ha conservado hasta nuestros días. Inhibición retroactiva se define como la disminución que resulta de la actividad interpolada entre el aprendizaje original y la prueba de retención. El diseño experimental para estudiarla es el siguiente:

Grupo experimental	aprender tarea 1	aprender tarea 2	recordar tarea 1
Grupo de control	aprender tarea 1	descansar	recordar tarea 1

Se ha encontrado que el grupo de control recuerda la tarea 1 más que el grupo experimental; en este último el haber aprendido la tarea 2 en el intermedio interfiere en el recuerdo de la tarea 1. Se ha demostrado la existencia de inhibición retroactiva con todas las clases de materiales verbales, desde las listas de palabras hasta la poesía y la prosa. Las siguientes variables parecen tener importancia en la inhibición retroactiva: grado de aprendizaje de la tarea 2, longitud del intervalo de retención, punto en el intervalo en que se presenta la tarea 2, tipo de tarea, similitud entre las dos tareas. Todas estas variables han dado origen a numerosos experimentos, que han demostrado claramente la interacción de los parámetros que determinan la inhibición retroactiva.

Se ha observado, por otra parte, que el aprendizaje que ha ocurrido *antes* de aprender el material de la prueba puede inhibir el recuerdo de este último. La *inhibición proactiva,* como se denomina este fenómeno, se estudia en el siguiente diseño experimental:

Grupo experimental	aprender tarea 2	aprender tarea 1	recordar tarea 1
Grupo de control	descanso	aprender tarea 1	recordar tarea 1

El uso de los números (1 y 2) no implica que las tareas estén en esa secuencia de orden, pero se hace para distinguir claramente este paradigma del diseño usado al estudiar la inhibición retroactiva.

Estos dos diseños experimentales, de la inhibición retroactiva y de la inhibición proactiva, pueden usarse para lograr facilitación o para lograr inhibición, dependiendo de diversos factores, el principal de los cuales es la similitud de las tareas 1 y 2; entre mayor similitud mayor inhibición; pero cuando se llega al máximo de similitud (igualdad de las tareas 1 y 2) se trata simplemente de repaso, que facilita la retención y no produce ninguna inhibición. Se han

encontrado numerosas complicaciones en estos factores, pero los hechos generalmente permanecen.

La mayoría de las investigaciones contemporáneas explican el olvido en términos de inhibición retroactiva. Se da importancia primordial a la inhibición retroactiva sin desconocer el papel de la inhibición proactiva, más difícil de estudiar en el laboratorio porque no se puede controlar todo el aprendizaje previo a la situación experimental. El factor de similitud es muy importante e influye en la generalización de estímulos y respuestas, que son unos de los principios básicos en que se fundamenta la teoría de la interferencia. Por otra parte, al hablar de competencia entre respuestas [véase, más arriba, la teoría de la interferencia] es necesario incluir tanto respuestas específicas como respuestas generalizadas. Postman y Riley [1959] estudiaron la competencia entre respuestas generalizadas, e insistieron en que éste es un factor importante en la teoría de la interferencia.

MOTIVACIÓN Y RETENCIÓN

Durante mucho tiempo se ha creído que los factores motivacionales influyen en el olvido y en la retención. Se cree que "recordamos lo que queremos" pero al mismo tiempo se sabe con certeza que esto no es así, y que muchas personas viven obsesionadas tratando de olvidar hechos desagradables; si recordáramos sólo lo que quisiéramos no habría ningún problema. Muchos experimentos han tratado de refutar o comprobar el concepto freudiano de *represión;* véase, entre ellos, Díaz Guerrero [1965], cuyo "Estudio experimental de la represión freudiana" es una de las contribuciones más originales en esta área.

Muchos investigadores estarán de acuerdo en afirmar que se recuerdan más los eventos agradables, seguidos de los desagradables, y después los indiferentes. Algunos, sin embargo, han encontrado que

se recuerdan más los indiferentes que los desagradables (lo cual estaría más de acuerdo con una interpretación basada en la represión).

Probablemente la motivación influye en la retención de experiencias agradables o desagradables por medio del *repaso selectivo*: el individuo rememora los acontecimientos y pasa más tiempo pensando en las actividades agradables, después de las desagradables y finalmente en las indiferentes, que no conllevan carga afectiva. Este repaso selectivo puede usarse para explicar las diferencias de retención relacionadas con las diferencias de motivación. El *aprendizaje selectivo* tiene también una importancia considerable: originalmente se aprendió más fuertemente el material agradable que el desagradable, y éste más que el indiferente. Sin embargo, parece que el repaso selectivo es el factor básico. Por otra parte, se ha encontrado que, aunque el individuo muchas veces recuerda una experiencia, en los experimentos diseñados para estudiar la relación entre motivación y retención *inhibe su respuesta;* recuerda pero no dice que recuerda; más adelante, al remover las inhibiciones, es posible comprobar que efectivamente había recordado el hecho pero no quería decirlo para evitar seguir hiriéndose.

Recientemente Tarpy, Glucksberg y Lytle [1969] han estudiado la influencia de la motivación en la memoria de corto término y han encontrado testimonios que demuestran la acción del repaso encubierto.

Además de este problema del recuerdo de eventos agradables y desagradables, se ha investigado el recuerdo de tareas completas e incompletas. Zeigarnik [1927] realizó interesantes experimentos en los cuales se les dio a los sujetos tareas sencillas y breves (18 a 22 tareas); a unos sujetos se les interrumpía antes de terminarlas mientras que a otros se les dejaba terminarlas; se observó que los sujetos recordaban más los nombres de las tareas sin terminar que los nombres de las tareas terminadas, lo cual ha venido

a llamarse *efecto Zeigarnik.** Si una persona está motivada a tener éxito en una tarea se genera un sistema de tensión que tiende a satisfacerse al llevar a cabo la tarea. Si lo interrumpimos, el sistema de tensión continúa y lleva a perseverar en el recuerdo de la tarea interrumpida. Esta interpretación del efecto Zeigarnik dada por la famosa psicóloga soviética está de acuerdo con los principios de la gestalt.

Investigaciones posteriores han delimitado y aclarado el alcance del efecto Zeigarnik. Se recuerdan mejor las tareas incompletas que las completas, pero el sujeto debe creer que no tuvo éxito al ser interrumpido; si se le dice que no tiene necesidad de terminar la tarea, que es demasiado bueno para ello, no recuerda la tarea y se encuentran resultados opuestos al efecto Zeigarnik. Si el sujeto es demasiado orgulloso, si la tarea es demasiado difícil o si se le da un tiempo excesivamente corto, no se obtiene tampoco el efecto Zeigarnik.

Las numerosas investigaciones que se han realizado para estudiar aspectos de la relación existente entre motivación y retención han mostrado claramente la complejidad del problema. No se sabe bien cómo puede influir en el recuerdo el propósito de recordar (quizá se base también en aprendizaje selectivo), y muchos otros aspectos quedan por estudiar.

MEMORIA DE CORTO Y DE LARGO TÉRMINO

Los investigadores en el área del aprendizaje verbal han considerado útil referirse a dos tipos de memoria: inmediata (también llamada memoria de corto término) y mediata (o de largo término). La diferencia reside en el tiempo que se interpola entre el

* En Holanda van Bergen ha considerado el efecto Zeigarnik como un problema sin base real. Véase su libro *Task Interruption,* North Holland, Amsterdam, 1968.

aprendizaje original y la retención. En un experimento típico sobre memoria de corto término se trata de ver cuánto material puede retener el sujeto después de una sola presentación; se le presentan algunas letras o números y se van aumentando gradualmente hasta que el sujeto no es capaz de repetirlos después de una sola presentación. Así se obtiene un índice de la amplitud de memoria del sujeto, en función del número de dígitos o letras que puede recordar inmediatamente después de presentarlos una sola vez. Jacobs [1887] fue el primero en hablar de memoria inmediata o de corto término.

Por otra parte, en la memoria de largo término existe cierto intervalo entre el aprendizaje y la retención, generalmente algunos minutos u horas. No es preciso que el intervalo sea demasiado largo para que se aplique este término, lo importante es que no sea inmediatamente después de la presentación del material.

Muchos científicos consideran que es necesario usar estos dos términos porque se trata de dos "tipos" de memoria diferente. Es un hecho que la persona capaz de repetir un número de teléfono después de leerlo una sola vez puede no ser capaz de recordarlo cinco minutos más tarde. Algunos experimentadores han tratado de unificar los dos "tipos" de memoria en una sola, y hablar de un solo proceso. Quizá fuera más adecuado referirse a un solo tipo de memoria, pero especificando la duración entre el aprendizaje original y la retención; probablemente los procesos que nos llevan a recordar un número de teléfono inmediatamente después de leerlo, cinco minutos después y un año después, sean esencialmente los mismos, pero la diferencia cronológica entre el aprendizaje y la retención altera notoriamente el cuadro. En todo caso, en la mayor parte de la literatura sobre aprendizaje verbal se encuentran referencias a memoria de corto término y memoria de largo

término, como si se tratase de dos fenómenos diferentes.

VARIABLES DE LA RETENCIÓN

La gran cantidad de experimentos que se están realizando en este momento sobre el área del aprendizaje verbal ha permitido estudiar *cuantitativamente* ciertas variables que intervienen en la retención y en el olvido. Una descripción mucho más amplia y detallada puede encontrarse leyendo los últimos volúmenes de la revista *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior.* Las siguientes variables se han estudiado durante mucho tiempo, y sus efectos se conocen relativamente bien:

1] *Calentamiento*: El efecto de calentamiento (*warm-up*) se encontró observando que la máxima eficacia en una tarea sólo se logra después de cierto tiempo de práctica, al menos después de algunos minutos. Se requiere que se forme un conjunto (*set*). Durante el descanso, por otra parte, se pierde el conjunto, se modifica la situación total y disminuye la probabilidad de emitir la respuesta correcta.

El calentamiento es función de los siguientes factores: la cantidad de práctica anterior al descanso (o sea qué tan bien establecido está el conjunto), y la longitud del intervalo de descanso (o sea cuánto se deterioró el conjunto).

En el experimento clásico sobre los efectos del calentamiento, Irion [1949] observó que en ciertas tareas, comparando grupos que descansaban y grupos que no descansaban, el grupo que no descansaba era significativamente superior al grupo que descansaba. El calentamiento se supuso que tenía un efecto facilitatorio, que se perdía al interrumpir la tarea. Los efectos del calentamiento están muy bien establecidos en el área del aprendizaje verbal, y relativamente bien establecidos en el área del aprendizaje motor.

2] *Sobreaprendizaje*: cuando se ha aprendido completamente un material, hasta alcanzar satisfactoriamente el criterio de aprendizaje fijado por el investigador (por ejemplo repetir el material una vez sin errores), el efecto de dar práctica adicional no puede reflejarse en la ejecución, porque el sujeto ya ha alcanzado el criterio fijado. Sin embargo, el sobreaprendizaje influye en la retención, como lo comprobó Underwood [1964]: en su experimento los sujetos que reaprendieron el material, más allá del criterio, recordaban mucho más después de 24 horas, en comparación con los sujetos que simplemente alcanzaron el criterio. Estos hallazgos se han repetido numerosas veces en situaciones muy distintas, y la influencia del sobreaprendizaje en la retención es un fenómeno muy bien establecido en el área del aprendizaje verbal.

3] *Rapidez de aprendizaje*: ¿Aprende más el que aprende más rápidamente? ¿O acaso lleva ventaja el que es "lento pero seguro"? Las investigaciones han demostrado que aprende más el que aprende rápido. Si se le da tiempo suficiente al que aprende lento, y si éste aprende la misma cantidad de material que el rápido (siendo el material igual en cuanto al número de refuerzos), el lento no es capaz de retener tanto como el rápido. Es preciso no permitirle sobreaprender a ninguno de los dos, porque especialmente el lento tiene tendencia a requerir más y más tiempo, después de alcanzar el criterio, y usar este tiempo para reaprender, lo cual le daría una ventaja clara. Si se controlan todos estos factores (cantidad de material, número de refuerzos y efectos del sobreaprendizaje), el rápido retiene mucho más que el lento.

4] *Práctica masiva y práctica distribuida*: la mayoría de los trabajos en esta área han demostrado que la práctica distribuida es más eficiente que la práctica masiva, o sea que conduce a mayor retención. En un experimento típico se le presentan al sujeto

listas de sílabas sin sentido, una tras otra en forma masiva (por ejemplo una lista cada 6 segundos), mientras a otro grupo de sujetos se le presentan otras listas en forma espaciada o distribuida (por ejemplo una lista cada tres minutos). Parece ser que la práctica *masiva* conduce a mejor retención cuando la interferencia en las listas es baja, y conduce a peor retención cuando la interferencia es alta. En la mayoría de los casos la interferencia es alta, y por eso la práctica distribuida da mejores resultados.

Es importante recordar que el descanso lleva a deteriorar el conjunto [véase el punto 1, más arriba], lo cual empeora la retención; sin embargo, los efectos de la práctica espaciada son suficientemente grandes como para contrarrestar este factor. Quizá al estudiar con intervalos suficientemente espaciados se evita el aburrimiento y la sobresaturación. Este problema de la práctica masiva y la práctica espaciada ha conducido a numerosas investigaciones, que se resumen en un importante trabajo publicado por Natalicio [1969].

5] *Significado*: el material con sentido se retiene más que el material sin sentido, lo cual se sabía desde antes de Ebbinghaus. Un problema serio con esta variable es la imposibilidad de comparar el material con sentido y el material sin sentido en términos de dificultad y otros factores. La medición del significado es un aspecto sumamente nuevo de la psicología experimental, y no podemos responder a la pregunta de "qué tan significativo es el material A en comparación con el material B". La significación ha sido definida en aprendizaje verbal como valor de asociación, y no siempre se encontró que influyera significativamente en la retención. Postman y Rau [1957] encontraron que, si se usa el método del *reaprendizaje* (o de ahorro) como medida, el material con sentido se reaprende más rapidamente que el material sin sentido; usando como medida otros métodos (de recuerdo y de reconocimiento) no se encontró diferencia

en la retención de material con sentido y material sin sentido.

6] *Retardo del refuerzo*: en investigaciones previas sobre aprendizaje de animales se sabía que el retardo del refuerzo dificulta el aprendizaje [ver figura 17]. Brackbill y Kappy [1962] dieron series de problemas a muchachos de escuela primaria, y retardaron el refuerzo intervalos de cero segundos, 5 o 10 segundos, según el grupo en cuestión. El refuerzo consistía en bolitas de cristal que se podían cambiar por juguetes. Uno u ocho días después de alcanzar el criterio de aprendizaje, se les pidió que reaprendieran la tarea. En el reaprendizaje todos los sujetos tuvieron retardo de cero, el refuerzo se dio inmediatamente después de dar la respuesta correcta. Al comparar el número de ensayos requeridos para alcanzar el criterio de aprendizaje en los tres grupos originales (de cero, 5 y 10 segundos de demora del refuerzo) se halló lo esperado: el retardo del refuerzo interfiere en el aprendizaje en función directa del retardo. Sin embargo, los autores presentaron la puntuación de ahorro en la retención, y observaron que al pasar *un día* el grupo que tuvo un retardo de 10 segundos en la adquisición fue el que más retención presentó, y el grupo de cero segundos el que menos retención presentó, lo cual es exactamente lo contrario de lo que podía haberse predicho. Las diferencias desaparecieron en los grupos que reaprendieron la tarea 8 días después. Los investigadores explicaron estos hallazgos (especialmente en los grupos que reaprendieron a resolver los problemas un día después del aprendizaje original), insistiendo en la importancia de las señales verbales que los sujetos tenían que pronunciar, y que continuaban probablemente en forma "encubierta" en los grupos de 5 y 10 segundos de retardo del refuerzo. Tuvieron más importancia en estos dos últimos grupos porque en ellos esas señales verbales iban seguidas del refuerzo.

14

FUNDAMENTOS BIOQUÍMICOS DEL APRENDIZAJE[1]

Cuando aprendemos algo ciertas transformaciones bioquímicas tienen lugar en el cerebro. Su naturaleza no se conoce muy bien a pesar de la gran cantidad de investigaciones realizadas en la última década. Psicólogos y bioquímicos están empeñados en una tarea común: encontrar los cambios bioquímicos correlacionados con el aprendizaje. En este momento hay dos posiciones al respecto:

1] Unos afirman que cuando aprendemos algo se activan ciertas sinapsis en el cerebro; más tarde, cuando nos encontramos con la misma situación o con una situación similar, las mismas sinapsis trasmiten los impulsos mejor que antes. Éste podría ser considerado el enfoque *fisiológico* del aprendizaje.

2] Otros afirman que lo que aprendemos se codifica y se almacena en el interior de las células. Ciertas transformaciones ocurren en la estructura molecular del ácido ribonucleico (RNA) como consecuencia del aprendizaje. Éste es el enfoque *bioquímico,* basado principalmente en los trabajos de Hydén en Suecia.

En otras palabras, en el primer caso se afirma que los engramas se codifican a nivel celular, en el segundo que se codifican a nivel molecular.

El interés en los factores bioquímicos del aprendizaje parte de Lashley, el famoso psicólogo norteamericano quien en la década de 1900 trabajó sobre

Publicado originalmente en la *Revista Interamericana de Psicología,* 1968, 2, 93-100. Con autorización.

los efectos de la cafeína y del sulfato de estricnina en la retención. Tales drogas son estimulantes del sistema nervioso central. Cuando se estableció que en realidad tenían un efecto positivo sobre el aprendizaje, se usaron para tratar de probar la hipótesis de la consolidación de los trazos de memoria. Esta hipótesis fue propuesta originalmente por Müller y Pilzecker en 1900, y nuevamente estudiada por Hebb en 1949. Afirma que existen cambios estructurales en el sistema nervioso central a consecuencia del aprendizaje, y que tales cambios toman tiempo para ocurrir. Las pruebas clínicas nos dicen que si una persona recibe un golpe en la cabeza olvida los acontecimientos que precedieron al choque en minutos, horas e incluso días; más adelante recupera la memoria, primero de los acontecimientos más lejanos, luego de los menos lejanos, pero lo sucedido exactamente antes del choque es posible que no lo recuerde nunca más. La hipótesis de la consolidación explica esto diciendo que los trazos de memoria más antiguos están mejor consolidados; el golpe evitaría la consolidación del material reciente y elevaría el umbral de los recuerdos anteriores.

Duncan [1949] realizó experimentos sobre aprendizaje de evitación con el fin de probar la hipótesis en el laboratorio. Una vez que el animal había aprendido la respuesta, se le daba un electrochoque. Los períodos entre el aprendizaje y el electrochoque variaban en la siguiente forma: 20, 40, 60 segundos; 4 y 15 minutos; 1, 4 y 14 horas. Sus resultados mostraron gráficamente que la consolidación se altera a consecuencia del choque. Si éste se da 20 segundos después del aprendizaje, el animal no aprende casi nada. Sin embargo, los experimentos de Duncan han sido criticados desde el punto de vista metodológico. Los trabajos de Chorover y Schiller [1965] parecen ser mejor prueba en favor de la hipótesis de la consolidación.

Se afirma, en general, que la actividad neutral

continúa por cierto tiempo después de la respuesta (circuitos reverberantes). La permanencia del aprendizaje sería función del tiempo que esta actividad neural continúa antes que intervenga una nueva experiencia. Paré [1961] demostró que la cafeína administrada 5 segundos o 2 minutos después que el animal ha alcanzado el criterio de aprendizaje mejora la retención de la tarea 48 horas después. Aplicando seconal (droga depresora), en los mismos invervalos, encontró peor retención, debido tal vez a que se detienen los círculos reverberantes. Ninguna de las dos drogas tenía efecto si se administraba una hora después de alcanzar el criterio de aprendizaje. Según esto, la primera fase de la consolidación de la memoria continúa por lo menos durante dos minutos después de que el aprendizaje ha tenido lugar, pero una hora después ya ha cesado. Sería de desear que se estudiaran los puntos de tiempo intermedios.

Irwin y Banuazizi [1966] y Krivanek y Hunt [1967] trabajaron con pentilentetrazol (metrazol), que es menos tóxico y facilita el aprendizaje más que los estimulantes estándar como el sulfato de estricnina y la picrotoxina.

Después de esta introducción estudiaré con algún detalle los trabajos de Hydén y otros científicos sobre el RNA, la obra de Rosenzweig, Krech y Bennett sobre acetilcolina y colinesterasa, y la de Plotnikoff y otros sobre pemolina de magnesio. Recientes investigaciones realizadas en Cuba, publicadas en otro lugar [Bustamante, Roselló, Jordán, Pradere e Insua, 1969], arrojan luz sobre la relación existente ante el aprendizaje y las drogas.

RNA Y APRENDIZAJE

El profesor H. Hydén de Göteborg (Suecia) demostró que cuando las ratas aprenden un laberinto inclinado 45 grados se presenta un cambio en la cantidad y composición del RNA de las células cerebrales en-

cargadas de controlar el balance. En otro experimento hizo que las ratas tomaran los alimentos con la pata izquierda, y se observó que el contenido de RNA de las células nerviosas del lado derecho fue 22% mayor que las del lado opuesto. Además, las cantidades de adenina y guanina habían aumentado, mientras que la citosina disminuyó.

Un tipo especial de RNA, el RNA-mensajero, es el encargado de trasmitir la información codificada en el DNA de los genes, con lo cual determina y controla la forma específica de las proteínas que se sintetizan dentro de la célula.

En numerosos experimentos las variaciones observadas después que los sujetos han aprendido son las siguientes:

a) en las neuronas:
1] aumento de RNA
2] variación en las 4 bases que forman el RNA
b) en la neuroglia:
1] disminución del RNA
2] cambio en la clase del RNA dominante

Por otra parte, Cameron [1958] fue el primero en advertir que el RNA parecía restaurar parcialmente la memoria de pacientes ancianos. Él y sus colaboradores dedicaron numerosos estudios a descubrir la forma química más adecuada, la dosis y la manera de administración que diera mejores resultados.

Otra línea de investigación parte de McConnell [1962] y sus trabajos sobre "canibalismo" en planarias.

McConnell condicionó planarias a contraerse con una luz que precedía un electrochoque de acuerdo con el procedimiento acostumbrado en condicionamiento clásico. Dividió este animal y lo dio a comer a otra planaria no condicionada. La consecuencia fue que el segundo animal mostró la reacción ante la luz que el primero había aprendido.

Zelman y sus colaboradores [1963], en lugar de dar a comer una planaria condicionada a otra no con-

dicionada, transfirieron simplemente RNA de la primera a la segunda y obtuvieron iguales resultados.

Jacobson y sus colaboradores [1965] reportaron haber logrado transferencia del aprendizaje por medio del RNA en el animal favorito de los psicólogos: la rata blanca.

Cook y otros [1963] encontraron que el aprendizaje, tanto en hombres como en animales, puede mejorarse administrando ácidos nucleicos, pero este efecto bien puede ser inespecífico.

Un grupo de científicos trabaja en este momento con ribonucleasa, la enzima que destruye el RNA. La idea original parte de los hallazgos de Flexner, de Pensilvania, quien trabajó con puromicina, un inhibidor de la síntesis de las proteínas; en este sentido, su efecto es opuesto al del RNA, cuya función es sintetizar proteínas. Inyectando puromicina en el cerebro de las ratas que habían aprendido un laberinto en Y, Flexner logró pérdida de memoria, directamente proporcional a la dosis de la droga. Al estudiar en detalle sus hallazgos, observó que la puromicina bloquea la síntesis de las proteínas en el hipocampo y en los lóbulos temporales del cerebro. Esta línea de investigación puede considerarse complementaria de los trabajos de Hydén.

Por otra parte, también existen pruebas negativas. Parece ser que el RNA facilita más el aprendizaje de una respuesta motora simple que de discriminaciones complejas. Beaulieu [1967] experimentó con animales sometidos a privación de alimentos o de agua. En los primeros inyectó el doble de la dosis acostumbrada de RNA; observó que perdían peso menos rápidamente que los animales del grupo de control, pero todos murieron antes de terminar la segunda semana. Tales efectos tóxicos ocurren sólo si el animal no tiene acceso a agua ni alimento; en caso contrario no se presentan. Esto puede ser simplemente una complicación técnica o un hallazgo importante.

Tal es la situación en este momento. Las lagunas

abundan, son necesarios muchos más trabajos tanto psicológicos como bioquímicos antes que podamos tener una imagen clara del efecto del RNA sobre el aprendizaje.

ACETILCOLINA Y COLINESTERASA

Rosenzweig, Krech y Bennett [1960], en California, estudiaron los efectos de la acetilcolina y la colinesterasa sobre el aprendizaje. Su hipótesis inicial fue que debería presentarse un aumento de colinesterasa en la corteza visual o somática, según que el animal siguiera signos visuales o somáticos al aprender el laberinto. Esto se relaciona históricamente con el problema de si las ratas se orientan por estímulos visuales o por movimientos. Rosenzweig y sus colaboradores hallaron lo contrario de lo esperado: las ratas no diferían en cuanto a concentración de colinesterasa en la corteza visual o somática. En cambio, encontraron que aquellos animales que siguen signos espaciales tienen más colinesterasa en todas las áreas. Al mismo tiempo se observó que las ratas "inteligentes" seleccionadas por Tryon durante muchas generaciones tienen más tendencias a seguir estímulos espaciales, mientras que las ratas "tontas" siguen estímulos visuales.

Los autores formularon entonces una segunda hipótesis: el nivel total de colinesterasa refleja la eficacia de la trasmisión sináptica y está directamente relacionado con la capacidad de resolver problemas. Sin embargo, experimentalmente encontraron que la medida más importante no es la cantidad total sino la proporción entre actividad cortical y actividad subcortical (c/s) de la colinesterasa. Bajos valores de c/s están en relación con rápido aprendizaje de laberintos. Observaron también que ratas criadas en un ambiente enriquecido, con abundantes estímulos, tienen cuando adultas una proporción de c/s más baja. Ratas criadas en relativo aislamiento tienen un

c/s más alto. Las primeras aprenden más rápidamente. En los grupos seleccionados genéticamente por Tryon, las "inteligentes" tienen un c/s más bajo que las ratas "tontas". En otras palabras, esto significa que la química cerebral puede variarse por selección genética.

Estudiando la *acetilcolina* y sus relaciones con la colinesterasa, después de muchos experimentos que dieron resultados contradictorios, se halló lo siguiente: existe una proporción óptima entre la acetilcolina y la colinesterasa que facilita el aprendizaje. Entre más eficiente es la trasmisión sináptica, determinada por el nivel absoluto de acetilcolina y por la relación entre acetilcolina y colinesterasa, mejor es la capacidad de aprender.

Otros autores han confirmado estos hallazgos. Deutsch y sus colaboradores (1966) encontraron que inyectando diisopropil fluorofosfato, una droga que destruye la colinesterasa, se olvida lo aprendido. Su efecto depende del tiempo transcurrido entre el aprendizaje y la aplicación de la droga. Dándola 30 minutos después del aprendizaje se logró amnesia completa. Los autores explican sus resultados mostrando cómo se altera la proporción entre acetilcolina y colinesterasa en el cerebro de los animales de experimentación.

PEMOLINA DE MAGNESIO Y APRENDIZAJE

Algunos bioquímicos aseguran que el RNA inyectado por vía intraperitoneal no llega al cerebro. Estudios fluoroscópicos parecen demostrarlo. Con el fin de superar este problema, Glasky y Simon [1966] inyectaron otra droga, pemolina de magnesio, también llamada cylert, que estimula la síntesis del RNA en el cerebro. Analizando los tejidos cerebrales de las ratas que recibieron esta droga se observó mayor actividad del RNA en ellas que en el grupo de control.

El siguiente paso era estudiar los efectos de la

pemolina de magnesio en el aprendizaje, y ésta fue la labor de Plotnikoff [1966], quien trabajó con aprendizaje de evitación. El grupo al cual se le administró la droga 30 minutos antes de la sesión de entrenamiento aprendió significativamente más rápido que el grupo de control al cual se le aplicó una solución salina. Las latencias también fueron más cortas y la extinción más lenta.

Sin embargo, otros autores consideran que la pemolina de magnesio no mejora el aprendizaje sino que aumenta la actividad general y por esto parece tener influencia en el aprendizaje. El efecto estimulante de esta droga parece requerir cierto tiempo para presentarse. Algunos detalles más bien técnicos tienen importancia y, como no siempre se han controlado, diversos autores han logrado distintos resultados: vía de administración, dosis de la droga, duración del tratamiento, tarea que se ha de aprender, etcétera.

La pemolina de magnesio se ha administrado a sujetos humanos. Cameron observó notable mejoría en la memoria de sus pacientes que no tenían severo deterioro antes de la droga; los que mejoraron tenían un cociente de memoria superior a 60 antes del tratamiento. En otros estudios con seres humanos se ha observado que la droga, por su carácter estimulante, produce un estado de alerta que puede influir en la capacidad de aprender.

El estado actual de este problema puede encontrarse en Weiss y Laties (1969), quienes dejan al lector con la impresión de que la mayor parte de los estudios con pemolina de magnesio fueron inadecuados y mal controlados.

CONCLUSIONES

Después de pasar revista a los trabajos que estudian la influencia del RNA en el aprendizaje, de la acetilcolina y la colinesterasa y de la pemolina de magne-

sio, queda una idea muy general sobre los factores bioquímicos del aprendizaje. Ésta es una área en la que diversos especialistas colaboran, sobre todo psicólogos y bioquímicos. El panorama no está muy claro todavía, y en algunos casos los resultados contradictorios nos indican que es preciso seguir investigando en esta dirección.

Cameron, quien trabajó en esta área con sujetos humanos, insiste en que la memoria normal no puede mejorarse por medio de drogas. Hace notar que la capacidad de aprender que un individuo tiene es función de la interacción de la química y de la estructura de su cerebro, las cuales están determinadas genéticamente, de modo que aumentar una mínima parte de ese sistema sólo sirve para desequilibrar el resto. No existe evidencia de que el aprendizaje normal y complejo en seres humanos pueda ser mejorado.

Sin embargo, es preciso esperar los resultados de más investigaciones antes de decir la última palabra al respecto.

15

MODELOS MATEMÁTICOS DEL APRENDIZAJE[1]

Los modelos matemáticos han sido un antiguo ideal en psicología. Nuestra disciplina tiene una larga tradición de métodos cuantitativos para recolectar, describir y procesar los datos del comportamiento. El trabajo realizado por Ebbinghaus [1885] puede describirse dentro de las líneas de las teorías matemáticas del aprendizaje. Asimismo, la afirmación de Thorndike de que todo lo existente existe en cierta cantidad, y por eso puede ser analizado en términos cuantitativos. Desde 1950 hay una inclinación, en la psicología norteamericana, por los modelos matemáticos que buscan predecir los *detalles numéricos exactos* de los experimentos; tales modelos parten de un artículo publicado por W. K. Estes en 1950, al cual me referiré más adelante.

No existe en realidad nada que pueda denominarse "teoría matemática del aprendizaje". Éste es sólo un enfoque de las teorías, no una teoría en sí misma. Hoy muchos psicólogos están interesados en modelos matemáticos para estudiar problemas muy diferentes. El primero de estos problemas ha sido el condicionamiento clásico, y luego el condicionamiento instrumental, el aprendizaje selectivo y la conección estímulo-respuesta. Incluso hipótesis cognoscitivas han sido representadas en forma matemática.

[1] El autor desea agradecer la ayuda del Dr. W. K. Estes, quien leyó el original de este trabajo e hizo importantes sugerencias. Parte del artículo fue publicada originalmente en la *Revista Mexicana de Psicología,* 1968, *3,* 164-171. Con autorización.

La contribución más importante de los modelos matemáticos es mostrar la riqueza de relaciones que existe en los datos experimentales. Los especialistas están interesados en explicar cómo puede predecirse esa red de relaciones a partir de una concepción simple acerca de las leyes que gobiernan el comportamiento de los sujetos.

El modelo tiene dos funciones:

a) describir los datos en forma económica y

b) explicarlos.

En los modelos matemáticos originales la variable dependiente era la probabilidad de las diversas respuestas. El problema residía en descubrir cómo cambia la probabilidad de la respuesta de un ensayo a otro como resultado de las consecuencias de la respuesta. Incluso en la actualidad los modelos matemáticos son sumamente *específicos;* en otras palabras, diferentes situaciones pueden requerir diferentes modelos; se encuentra que un modelo encaja en los datos de la situación A, no encaja en B, lo hace en C, parcialmente en D, y muy bien en E. Por esta razón, y también por su valor heurístico, diferentes modelos matemáticos "compiten" para explicar las situaciones complejas.

Los modelos son siempre representaciones *simplificadas, idealizadas* e *incompletas* del comportamiento de los organismos. Un modelo puede funcionar a dos niveles: semicuantitativo y específicamente cuantitativo; es posible que al primer nivel un modelo dado sea capaz de representar los datos experimentales, pero que fracase al nivel cuantitativo específico.

DEFINICIÓN

¿Qué es la teoría matemática del aprendizaje? "...Es teorizar e investigar en el aprendizaje por medios matemáticos explícitos. Si las matemáticas se consideran en sentido amplio como pensamiento lógico y riguroso, cualquier científico que formule su teoría

con precisión y derive sus implicaciones por argumentos lógicos está aplicando matemáticas a su disciplina científica" [Atkinson *et al.*, 1965].

En las ciencias del comportamiento las teorías matemáticas han surgido principalmente en el campo de la psicología experimental y, dentro de ella, específicamente en las áreas del aprendizaje, percepción y psicofísica. Los datos experimentales en estas ramas muestran la regularidad y consistencia que se requiere para poder formular las leyes en forma matemática.

Al progresar la ciencia, sus teorías adquieren cada vez más forma matemática. Éste es un hecho bien conocido en la historia de la ciencia. En todos los casos se trata de encontrar regularidades, y de allí formular predicciones acerca de los eventos futuros. Como cualquier otra teoría, los modelos matemáticos se han construido para explicar los datos recogidos, predecir futuros eventos y guiar la experimentación.

VENTAJAS

Los modelos matemáticos tienen cinco ventajas sobre las teorías de tipo verbal:

1] Explican mejor las situaciones *complejas.* Si una teoría incluye varios procesos que pueden interactuar con el fin de facilitarse o inhibirse unos a otros, en muchos casos es difícil saber si una afirmación dada se deriva o no de la teoría. La estructura matemática hace justicia a estas situaciones.

2] Las matemáticas exigen que el teórico piense en forma precisa acerca de sus postulados. Muchas veces se descubren afirmaciones ocultas en la forma verbal de la teoría. Éste puede considerarse el efecto "terapéutico" de los modelos matemáticos.

3] Las teorías cualitativas no pueden predecir detalles cuantitativos. Un fenómeno puede ser demasiado pequeño para ser detectado por la técnica de

medición usada. Sin embargo, el enfoque matemático puede estipular la *magnitud* del efecto predicho, y así es posible hacer pruebas experimentales del nivel de sensibilidad adecuado. Por esto "una mala teoría cuantitativa es mucho más fácil de eliminar que una mala teoría cualitativa".

4] Por medio de las matemáticas es posible elegir entre dos *teorías opuestas.* Es posible hallar qué predicciones de una teoría entran en conflicto con las predicciones de la otra, y es factible planear un experimento para ver cuál de las dos es correcta. Analizando la teoría cuidadosamente evitamos el peligro de hacer experimentos que no van a proporcionar ninguna información significativa.

5] Si una teoría matemática no funciona, algunas veces es posible encontrar el error en *uno o varios axiomas,* y modificarlos. Por otra parte, las teorías cualitativas muchas veces tienen que ser eliminadas completamente; claro está que un teórico puede negarse a rechazar su hipótesis a pesar de los hechos en contra de ella, como se observa con cierta frecuencia.

Lo anterior no implica que usar las matemáticas adecuadas lleve necesariamente a construir teorías psicológicas correctas. En psicología tenemos algunas teorías verbales de gran calidad, y algunas teorías matemáticas bastante deficientes.

HISTORIA

Mencioné antes los trabajos de Ebbinghaus [1885] y de Thorndike [1898] sobre el aprendizaje, cuyos resultados fueron presentados en forma matemática. Unas décadas más tarde Thurstone postuló un sistema de axiomas, basado en consideraciones psicológicas, que llevó a deducir la función "racional" del aprendizaje. Thurstone utilizó un enfoque probabilístico.

Clark Hull, en sus *Principles of Behavior* [1943],

formuló una serie de postulados que se referían a un número de variables identificadas en experimentos anteriores. Tales postulados se enunciaron tanto verbalmente como en forma de ecuaciones matemáticas. En muchos casos un postulado era la generalización de un resultado empírico. La teoría de Hull es, seguramente, la mejor integrada y formalizada de todas las teorías del aprendizaje. Es una teoría determinista cuyo concepto central es la resistencia del hábito (sHr), e introdujo factores probabilísticos sólo como oscilaciones al azar (sOr) en relación con una respuesta promedio.

Rashevsky [1948] atacó los problemas de la fisiología general desde un punto de vista matemático. En relación con la psicofisiología formuló nueve postulados y nueve ecuaciones. Su sistema intentó explicar fenómenos tales como tiempo de reacción, aprendizaje de elección, intensidad de discriminación, etcétera.

McCulloch [1952] postuló un modelo basado en la cibernética. Usó el álgebra como su instrumento matemático básico. Propuso postulados a tres niveles, de lo general a lo particular. Su objetivo era explicar el funcionamiento del sistema nervioso central y los problemas básicos de la psicología; usó términos tales como "propósito", "ideas", "mente", etc., en su sistema.

Entre 1945 y 1950 el *Zeitgeist* o espíritu de la época parecía estar listo para recibir los modelos matemáticos. Por una parte los teóricos del aprendizaje habían realizado un valioso trabajo en su intento de integrar los hallazgos del laboratorio, y por otra parte la teoría de la información había abierto nuevas puertas. G. A. Miller y F. E. Frick [1949] publicaron un trabajo titulado "Statistical Behavioristics and Sequences of Responses", que desarrolló la noción de probabilidad de los eventos.

Sin embargo, el artículo de Estes titulado "Toward a Statistical Theory of Learning" [1950] fue la

influencia más importante que recibió la psicología matemática. El sistema de Estes se denomina también "teoría del muestreo de estímulos" (*stimulus sampling theory*, abreviado SST), y usa la noción de que la respuesta de los sujetos está determinada por un proceso de muestreo definido en una población hipotética de elementos de estímulo

Bush y Mosteller [1951], en "A Mathematical Model for Simple Learning", formularon sus modelos estocásticos (probabilísticos) del aprendizaje.

En los últimos diecisiete años varios psicólogos han estado trabajando con diferentes modelos matemáticos del aprendizaje. Los más importantes entre ellos son: W. K. Estes, C. Burke, R. Bush, F. Mosteller, G. Miller, W. McGill, R. D. Luce, P. Suppes, F. Restle, R. C. Atkinson, G. H. Bower, E. J. Crothers, etcétera.

El *Handbook of Mathematical Psychology* [1963, 1965], en tres volúmenes, editado por Luce, Bush y Galanter, presenta un excelente resumen de este campo de trabajo. En 1964 se fundó el *Journal of Mathematical Psychology* para comunicar la vitalidad de la investigación realizada en psicología matemática.

Atkinson y sus colaboradores, en el libro *Introduction to Mathematical Learning Theory* [1965], escriben: "No es posible saber si en un futuro cercano las teorías matemáticas aparecerán como parte sustancial de la psicología, más de lo que sucede, digamos, en biología. Muchos de los interesantes fenómenos de la psicología parecen estar más allá del alcance de las teorías matemáticas exactas. Esta afirmación es aceptable si uno no intenta enumerar exhaustivamente las áreas en las cuales el enfoque matemático será fructífero y las áreas en las cuales no lo será. Esta lista cambiará con cada generación y con el avance del conocimiento. En este momento la lista de resultados positivos incluye... sólo las áreas conocidas ampliamente como psicología experimental y pruebas mentales, y excluye la mayor

parte de la psicología evolutiva, clínica y de personalidad, social y fisiológica" [p. 5].

APLICABILIDAD

Los modelos matemáticos se han formulado y probado para muchos fenómenos y situaciones. A pesar de la anterior advertencia de Atkinson *et al.*, deseo señalar 31 situaciones a las cuales se aplican modelos matemáticos. Quiero insistir en que esta lista no implica que las teorías matemáticas puedan aplicarse *sólo* a los fenómenos anotados más abajo, sino que son fructíferas, *al menos*, con ellos:

1] Condicionamiento clásico
2] Condicionamiento instrumental
3] Generalización de estímulos
4] Aprendizaje mecánico de series
5] Aprendizaje de discriminación
6] Generalización mediada
7] Aprendizaje de pares asociados
8] Memoria verbal libre
9] Memoria de corta duración
10] Identificación de conceptos
11] Aprendizaje probabilístico
12] Reconocimiento
13] Detectación de señales y reconocimiento en psicofísica
14] Aprendizaje de imitación
15] Aprendizaje de evitación
16] Ensayo y error vicario (VTE) y latencia al elegir
17] Estímulos compuestos
18] Elección de pares que se comparan
19] Investigaciones paramétricas del impulso
20] Intensidad del estímulo condicionado
21] Intervalo entre EC (estímulo condicionado) y EI (estímulo incondicionado)
22] Variaciones en refuerzo

23] Juegos de interacción entre dos personas
24] Tiempo de reacción
25] Recuperación espontánea y olvido
26] Interferencia retroactiva
27] Interacción múltiple de personas
28] Desplazamiento y conflicto
29] Aprendizaje infantil de sistemas en miniatura
30] Aspectos de la adquisición de un segundo idioma
31] Procedimientos óptimos de enseñanza

EL MODELO MATEMÁTICO DE ESTES

W. K. Estes nació en 1919, estudió en la Universidad de Minnesota bajo la dirección de B. F. Skinner. En 1943 recibió su Ph. D. en psicología con una tesis sobre los efectos del castigo, en completo acuerdo con las ideas de Skinner [Estes, 1944]. Ya hemos analizado sus trabajos al estudiar el castigo, en el capítulo 9. En este lugar presentaremos en detalle su teoría matemática, como "muestra representativa" del trabajo que se está realizando en la actualidad sobre psicología matemática, y también debido a que Estes fue el pionero en esta área.

Debido a su interés en los modelos matemáticos, Estes se separó de Skinner, quien no estuvo de acuerdo con la necesidad de proponer teorías complejas en este estado de desarrollo de la psicología. El sistema de Estes es similar al de Guthrie, aunque nunca estudió bajo su dirección; de hecho, escribe que su modelo matemático es un intento de hacer más precisas ciertas ideas de Guthrie.

Los conceptos que forman su teoría estadística del aprendizaje se formularon inicialmente en el verano de 1948, después de estudiar curvas de adquisición; Estes observó que era posible usar numerosas curvas matemáticas con esos datos experimentales, aunque él deseaba encontrar una función simple para des-

cribir el fenómeno de la adquisición en todos los animales. Prefirió no considerar el aprendizaje como un proceso de crecimiento determinístico, sino como un campo de probabilidades comportamentales.

En su contribución al proyecto A de la American Psychological Association, editado por Koch [1959], Estes describe en la forma siguiente las características de su sistema:

a) Fisicalismo: es el hecho de usar los métodos y objetivos de la ciencia física en psicología, e inclusive mantener un lenguaje común entre física y psicología.

b) Operacionalismo: consiste en preferir los conceptos que tengan un referente experimental directo. El enfoque estadístico de la teoría del aprendizaje omite los términos que tengan que ver con motivación, percepción y cognición. Debido a esto puede acusársele de ser, como dice Estes, "estrechamente conductista, rígidamente mecanicista, y ciegamente asociacionista". En todo caso, desea estudiar los problemas "por debajo".

c) Empirismo: es la intención de permanecer con un pie en el laboratorio. Estes insiste en que los problemas deben resolverse por experimentación, no por discusión.

Nociones básicas

Conociendo las anteriores actitudes es más fácil entender el sistema. Estes encontró que el fenómeno de adquisición puede considerarse básicamente como un proceso estadístico. Sin embargo, una sola curva de adquisición no puede describir el aprendizaje en todos los animales. Dice: "Debemos preguntarnos qué grupo particular de conceptos y supuestos nos capacitará tanto para deducir una curva promedio que describa el curso general de la adquisición, como para explicar las desviaciones de esas tendencias de grupo". Con el fin de lograrlo, construyó su modelo matemático cuyas ideas básicas son: el punto de

iniciación es *empírico;* la variable dependiente es la *probabilidad de respuesta;* la *situación estímulo* se define como "la población de componentes o aspectos del ambiente total que varían independientemente"; los *elementos de estímulo* son los aspectos o partes de la situación estímulo; las *fuentes de variación al azar* son de dos tipos: cambios accidentales en el ambiente (como ruidos, luces), y cambios en el sujeto; las *respuestas* son de dos tipos:

A_1: en el experimento de condicionamiento operante es el comportamiento que resulta en oprimir la palanca durante un cierto intervalo de tiempo.

A_2: en esa misma situación es cualquier otro comportamiento que no resulta en oprimir la palanca durante ese tiempo dado.

Las dos clases de respuestas son la única alternativa en la situación. Cada elemento de la situación estímulo se condiciona a (o se conecta a) A_1 o A_2; un elemento dado no puede condicionarse tanto a A_1 como a A_2, o a ninguno de ellos. En otras palabras, las clases de respuestas son mutuamente excluyentes y exhaustivas.

En cada ensayo solamente una *muestra* de los *n* elementos (población potencial) es activa o efectiva. Por esto el sistema de Estes se denomina "teoría del muestreo de estímulos" (*stimulus sampling theory*, SST).

En el esquema original cada elemento de estímulo tiene una probabilidad θ de ser elegido como muestra, independientemente de cuántos elementos se hayan elegido previamente. El número de elementos de la muestra varía al azar de un ensayo al siguiente. El tamaño promedio de la muestra consta de $n\ \theta$ elementos. En un segundo esquema, un número fijo de elementos se elige al azar, sin remplazo, de los *n* elementos de la población; en este esquema el elegir dos elementos no son eventos independientes sino negativamente correlacionados: elegir uno pue-

de evitar el evento de elegir otro, porque sólo se elige un número fijo de ellos.

Las probabilidades de las varias respuestas dependen del *estado del sistema.* Éste cambia de un ensayo a otro. Debemos ante todo conocer la proporción de elementos de estímulo que se asocia con cada respuesta:

p: proporción de elementos asociados con la respuesta A_1

$1 - p$: proporción de elementos asociados con la respuesta A_2

Por lo tanto, para describir el estado del sistema basta con un solo número, p.

Ejecución: en cada ensayo se determina por los elementos que se experimentan o que se "eligen" (muestrean) en ese ensayo. La probabilidad de una respuesta cualquiera es igual a la proporción de los elementos elegidos en ese ensayo que se conecta con esa respuesta.

Refuerzo: un reforzador es simplemente cualquier hecho que determina a qué clase de respuestas se condicionan los elementos de estímulo que se "muestrean" en un ensayo dado. El sujeto recibe algún refuerzo después de haber elegido una muestra de estímulos; las resultantes hacen cambiar las conexiones condicionadas de los elementos "muestreados" en un ensayo, alterando por lo tanto el estado del sistema. Si identificamos r clases de respuestas, se definen $r + 1$ eventos teóricamente reforzadores, que llamamos E_0, E_1, E_2. . . E_r

Eventos reforzadores:	E_0,	E_1, E_2.	E_r
Respuestas:	ninguna,	A_1, A_2.	A_r

E_0 quiere decir que ninguna respuesta se reforzó. Si un ensayo termina con el evento reforzador E_k, todos los elementos muestreados en ese ensayo se condicionan a la respuesta A_k, a menos que se hayan condicionado previamente. Por ejemplo, si un ele-

mento conectado con A_1 se muestrea en un ensayo en el cual ocurre el refuerzo E_2, entonces este elemento "cambia" su conexión condicionada de A_1 a A_2, en forma de todo o nada. Sin embargo, esta interpretación del refuerzo en términos de contigüidad (similar a la interpretación dada por Guthrie) no parece ser necesaria a la teoría de Estes.

La teoría presupone una *ley general del efecto*: si la resultante de un ensayo particular tiene el efecto de aumentar la probabilidad de la respuesta A_1, entonces esa resultante se considera como E_1 (ver arriba) en el modelo. Este esquema del refuerzo puede tener en cuenta los efectos cuantitativos de las variaciones en parámetros tales como la magnitud, la calidad y el retardo del refuerzo, como veremos más adelante.

Aprendizaje: Estes lo define como cambios sistemáticos de probabilidad de respuesta que se relacionan con unas variables de estímulo dadas". No todos los cambios en probabilidad de respuesta se deben al aprendizaje. Por ejemplo, si cambiamos la inercia de la palanca en una caja de Skinner, si apagamos las luces, etc., la probabilidad de la respuesta varía. El fenómeno del aprendizaje en la teoría de Estes se considera dentro de un *marco de referencia probabilístico;* se da gran importancia al aprendizaje por repetición (a la manera de Guthrie), y el condicionamiento se considera un fenómeno de todo o nada. En un ensayo de adquisición todos los elementos de estímulo muestreados por el organismo se conectan con la respuesta reforzada; esta respuesta reforzada recibe un aumento de probabilidad.

Extinción: se explica por interferencia. La probabilidad de una respuesta A_2 declina mientras que la probabilidad de la respuesta que compite con ella, A_1, aumenta. Las leyes de la adquisición y de la extinción son iguales.

Ecuaciones diferenciales: el estado del sistema se da por las fracciones de elementos de estímulos que

se condicionan a las varias respuestas alternativas. Las proporciones cambian de un ensayo al siguiente como resultado de los eventos reforzadores. Los matemáticos estudian dos tipos de ecuaciones diferenciales: ordinarias y parciales; Estes ha usado ecuaciones diferenciales para estudiar las probabilidades de respuesta en su sistema. Supongamos que un evento reforzador E_1 ocurre en el ensayo n; deseamos calcular la probabilidad de que un elemento se condicione a A_1 al comienzo del siguiente ensayo, $n + 1$. Esta probabilidad p_{n+1} es:

$$p_{n+1} = p_{n+\theta}\,(1-p_n) \qquad \text{Ecuación } 1a$$
$$p_{n+1} = (1-\theta)\,p_{n+\theta} \qquad \text{Ecuación } 1b$$

En esa ecuación, θ es la probabilidad de que un estímulo evento se "muestree" en un ensayo dado. p_n es la probabilidad de la respuesta A_1 en el ensayo de adquisición n. p_{n+1} es la probabilidad de la respuesta A_1 en el ensayo de adquisición $n + 1$. Como es fácil observar, la ecuación 1*a* es idéntica a la ecuación 1*b*. $p_{n+1} \geqslant p_n$, lo cual implica que el evento reforzador E_1 aumenta la probabilidad de A_1. p_{n+1} es una función lineal de p_n. Un evento reforzador E_1 aumenta p hasta un cierto límite o asíntota de la unidad, sólo si el evento E_1 se presenta en sucesión un número indefinidamente grande de veces; entonces, cuando $p_n = 1$, $p_{n+1} = 1$.

Una de las principales limitaciones de este modelo matemático es que debemos conocer de antemano el valor de θ.

Si un evento reforzador E_2 se presenta en el ensayo n, baja la probabilidad p_n y aumenta $1 - p_n$, o sea la probabilidad de que el elemento se conecte con A_2. Esta situación se puede representar por una ecuación en dos formas:

$$p_{n+1} = (1-\theta)\,p_{n+\theta}\cdot 0 = (1-\theta)\,p_n \qquad \text{Ecuación } 2a$$

$$(1 - p_{n+1}) = (1 - \theta)\ (1 - p_n) + \theta$$ Ecuación 2*b*

En resumen:

$$p_{n+1} = \begin{cases} p_n & \text{si } E_{0,n} \\ (1-\theta)\,p_n & \text{si } E_{2,n} \\ (1-\theta)\,p_{n+\theta} & \text{si } E_{1,n} \end{cases}$$ Ecuación 3

En esta ecuación $E_{1,n}$ quiere decir "evento E_1 que ocurre en el ensayo *n*". En forma similar $E_{2,n}$ quiere decir "evento E_2 que ocurre en el ensayo *n*", etcétera.

Estas ecuaciones son la parte central del modelo lineal. Muestran cómo una variable (p_n) cambia de valor desde un punto en el tiempo (el ensayo *n*) al siguiente punto en el tiempo (ensayo $n + 1$).

Curva de aprendizaje: con el fin de obtener curvas de aprendizaje, Estes presenta gráficamente las probabilidades de ejecución, p_1, p_2, p_3, ..., p_n, en los ensayos sucesivos 1, 2, 3... *n*, del experimento. Con el fin de *predecir* la curva del aprendizaje, tenemos que partir del valor *pn* porque el proceso parte de *pn* en el ensayo 1. Después de eso trazamos el efecto de un ensayo a otro, aplicando la ecuación 1 o la ecuación 2. Calculamos p_2 de p_1, p_3 de p_2, etc.,si tenemos una secuencia consistente de eventos. La expresión general es:

$$p_n = 1 - (1-p_1)\ (1 - \theta)_{n-1}$$ Ecuación 4

Esta ecuación nos da p_n como una función negativamente acelerada de los ensayos de práctica, *n*. El límite de p_n es 1. Se aplica sólo si ocurre una secuencia uniforme de eventos E_1. La figura 22 muestra la gráfica de p_n que se describe en la ecuación 4.

Como ejemplo de la aplicación de los principios

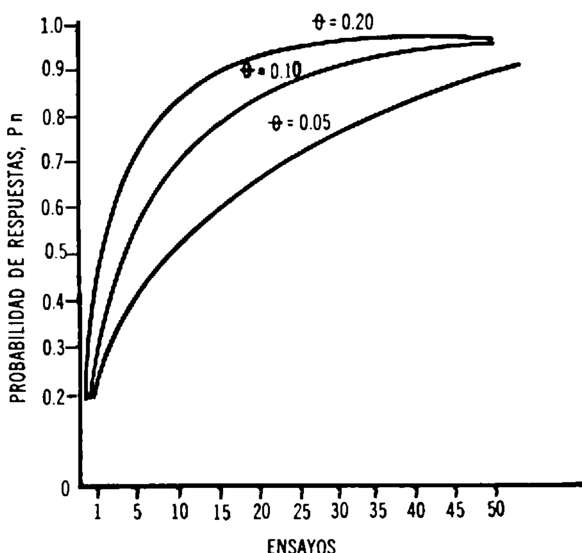


FIGURA 22. *Representación gráfica de la función pn si $p_1 = 0.20$, y si a la proporción de aprendizaje θ se le dan los valores de 0.05, 0.10 y 0.20. [Tomado de Bower, en Hilgard y Bower, 1966, con permiso del autor y de Appleton-Century-Crofts.]*

anteriores, podemos estudiar la forma en que el sistema maneja la variación en resultantes reforzadas en una situación de aprendizaje. Consideremos la situación de una rata hambrienta que se está entrenando en un laberinto en T; le damos 0.5 gramos de alimento por elegir respuestas de la clase A_1 y 0.3 gramos por respuestas de la clase A_2. Bower [Hilgard y Bower, 1966] describe estas resultantes como 0_1 y 0_2, respectivamente. Según la teoría de Estes, queremos que la resultante 0_1 aumente la probabilidad de la respuesta A_1, y que la resultante 0_2 aumente la probabilidad de la respuesta A_2 (o en otras palabras, que disminuya *pn*). Si consideramos

que la cantidad mayor de premio es más efectiva que la cantidad menor, deseamos que el efecto de 0_1 sobre p_n sea mayor que el correspondiente efecto de 0_2 sobre $1 - p_n$. Las ecuaciones, basadas en la ecuación 3, serán:

Ecuación 5

$$p_{n+1} = \begin{cases} (1 - \theta_1)\, p_n + \theta_1 & \text{si } 0_{1,n} \\ (1 - \theta_2)\, p_n & \text{si } 0_{2,n} \end{cases}$$

La efectividad mayor del premio más grande se indica al presuponer que $\theta_1 > \theta_2$. La primera ecuación linear aumentará a p_n más de lo que la segunda aumentará a $1 - p_n$.

El modelo matemático de Estes se ha aplicado con éxito a muchas situaciones, entre las cuales pueden mencionarse: la respuesta ante un estímulo compuesto, aprendizaje probabilístico, recuperación espontánea, olvido, efectos del impulso en el aprendizaje, etcétera.

CONCLUSIÓN

La anterior revisión es simplemente una introducción al uso de los modelos matemáticos en el aprendizaje, haciendo especial hincapié en el modelo matemático de Estes.

Los historiadores de la ciencia nos muestran que entre más se desarrolla una ciencia más adquiere una forma matemática en la manera de presentar sus principios y sus teorías. Las matemáticas son sólo instrumentos, y pueden usarse en forma adecuada o inadecuada. La psicología matemática tiene un gran futuro, que dependerá principalmente del avance de la psicología como ciencia y de la capacidad de los psicólogos para expresar sus hallazgos en forma matemática.

16
APRENDIZAJE Y EDUCACIÓN

En el mundo contemporáneo, en las últimas décadas del siglo XX existe una urgente necesidad de educar a las grandes masas de la humanidad que siguen siendo analfabetas, especialmente en las dos terceras partes del planeta que se consideran como "subdesarrolladas" o, más cortésmente, "en desarrollo". Los problemas del analfabetismo no son exclusivos del mundo subdesarrollado sino que existen en todos los países, no hay ninguno que tenga un porcentaje nulo de analfabetismo. En América Latina la situación varía inmensamente, desde Argentina, donde más del 90% de la población lee y escribe, hasta Haití, donde menos del 10% se encuentra en estas condiciones privilegiadas.

Igualmente hay una urgente necesidad de entrenar gente en profesiones de tipo medio, y una necesidad similar de entrenar gente a niveles muy altos para que hagan avanzar las fronteras del conocimiento. La carencia de maestros a nivel de escuela primaria, secundaria y universitaria se iguala con la carencia de técnicos y científicos a alto nivel. Por otra parte, los países más desarrollados compiten por el personal altamente calificado, y tratan de poner las condiciones en las cuales florezcan la ciencia y la técnica.

Esta crisis en la educación ha hecho que muchos se pregunten en qué podría colaborar la psicología del aprendizaje para solucionar esos urgentes problemas. ¿Puede acaso indicarnos cómo entrenar maestros más rápida y eficazmente? ¿Podría acaso sugerir medidas para acabar con tasas de analfabetismo del

40% y más? Los psicólogos especialistas en el aprendizaje no son siempre expertos en los problemas educativos, y hay una "división del trabajo" muy bien marcada entre psicólogos (que son científicos y trabajan muchas veces con sujetos animales en condiciones de laboratorio) y educadores (que están principalmente interesados en problemas prácticos y trabajan en el salón de clase). Sin embargo, en los años sesenta los psicólogos especialistas en el aprendizaje y los educadores se dedicaron a trabajar por el objetivo común de tratar de solucionar los serios problemas educativos del mundo moderno.

La instrucción programada, que fue originalmente propuesta por un psicólogo, Pressey, y desarrollada en su forma final por otro psicólogo, Skinner, ha sido una de las más importantes contribuciones. El texto programado y la máquina de enseñar han llegado a todas partes, y están causando una revolución en la educación. La instrucción programada es en este momento una empresa de enorme importancia desde el punto de vista educativo, científico y comercial, en casi todo el mundo. Más adelante nos referiremos con cierto detalle a esta área de interacción de la psicología del aprendizaje y la educación. Éste es un libro de psicología del aprendizaje, no de psicología educacional, y el presente capítulo no puede ser completo ni intenta serlo. El lector interesado puede estudiar la obra editada por Hilgard [1964], y la escrita por Bugelski [1964] sobre aplicaciones de la psicología del aprendizaje al proceso de la educación.

Los educadores tienden en general a ser conservadores, y la educación como institución está bajo el control directo de la sociedad. Sociólogos y antropólogos están de acuerdo en afirmar que una de las principales funciones de una sociedad es conservarse en su forma actual. Las innovaciones propuestas por los psicólogos chocan con el espíritu conservador de la sociedad, que considera que "así se ha hecho siem-

pre" y así desea que se siga haciendo, a pesar de verse claramente cuáles han sido las consecuencias de ese tipo tradicional de educación. La costumbre no debería hacer ley, pero parece que la hace. Sin embargo, en ciertos países se han formado grandes centros de investigación sobre aprendizaje humano y sobre aplicaciones de la psicología del aprendizaje a la instrucción.

Una serie de hechos, como los presentados en el capítulo 3, han podido transferirse del laboratorio al salón de clases sin mayores dificultades. Otros principios han sido más difíciles de aplicar, y otros parece que sea imposible hacerlo. Los trabajos sobre aprendizaje verbal se han aplicado con cierta facilidad a la educación formal, de tipo universitario, porque es fácil ver que gran parte de la instrucción en este nivel se refiere en esencia a aprendizaje verbal (aunque se trate de materiales "no verbales", como en el caso de las matemáticas). Otros trabajos, por ejemplo los relacionados con los límites filogenéticos del aprendizaje, permanecen dentro del área de la ciencia y no parece que tengan aplicaciones en la educación, en la misma forma en que la mayor parte de las matemáticas, la física y la biología contemporáneas no se aplican directamente; justifican su razón de ser como ciencias y lo mismo sucede con muchos trabajos de psicología animal.

Los psicólogos, sin embargo, han estudiado la importancia que tiene el desarrollo ontogenético en el aprendizaje de animales y hombres, y estos trabajos han tenido una enorme importancia en el proceso de la educación. Las investigaciones de Piaget y sus colaboradores en Ginebra han tenido una influencia decisiva en el proceso de la enseñanza. Piaget mismo trabajó específicamente con los problemas relacionados con la enseñanza de las matemáticas a diversos niveles. En Colombia, Federici [1962] ha realizado importantes contribuciones desde el punto de vista de la lógica matemática, el desarrollo del pensamien-

to y los procesos psicólogicos que intervienen en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

Un problema de importancia central, que todavía no hemos resuelto, es el de los objetivos de la educación. ¿Para qué educar? Se sabe que queremos formar hombres que sean mejores ingenieros (si ésta es su profesión), pero al mismo tiempo mejores ciudadanos (cualquier cosa que esto quiera decir...), mejores miembros de la sociedad y *especialmente* seres humanos más completos. El problema de los objetivos, que pertenece a la filosofía de la educación, tiene muchos aspectos, y no podemos decir que todos se hayan siquiera planteado correctamente. Vamos a educar a los jóvenes, a producir un tipo de hombre "mejor". ¿Pero con qué punto de referencia vamos a trabajar? ¿Hacia dónde debe ir la educación?

ADIESTRAMIENTO Y EDUCACIÓN

La mayor parte de los maestros nunca tienen que enfrentar estos problemas de los objetivos de la educación, sino que tienen que resolver asuntos más concretos, relacionados con nuevos métodos de enseñanza, motivación de los estudiantes y distribución del material que se ha de aprender. Es preciso, por lo tanto, distinguir claramente entre *adiestramiento,* que es algo concreto, específico, como es el caso al adiestrar un grupo de alumnos en las técnicas usadas en los laboratorios de física, y *educación,* que es algo amplio, general y se relaciona con problemas sociales y filosóficos como los estudiados antes.

Los psicólogos saben mucho más sobre adiestramiento que sobre educación. El *análisis de las tareas* se ha realizado durante muchos años en psicología industrial, y se han investigado las *variables del aprendizaje* que tienen importancia en la realización de esas tareas. Si se trata de aprender ruso en el menor tiempo posible, o de aprender a manejar un avión, el psicólogo analiza en detalle en qué con-

siste la tarea en cuestión, y se pregunta qué variables del aprendizaje entran en juego; la interacción es siempre compleja, pero en todo caso hay mucho por hacer; y efectivamente se ha hecho mucho. Sabemos cómo se aprende, cómo se olvida, si las respuestas aprendidas se generalizan, se transfieren a otras situaciones, etcétera.

MOTIVACIÓN

Parece ser que sin motivación no hay aprendizaje, o al menos no hay ejecución. Pero a nivel humano la motivación no consiste solamente en reducir impulsos, sino también en explorar, en conocer los resultados, en saber que se está agradando al maestro o se le está fastidiando, etc. El estudiante aprende su lección motivado por intereses intrínsecos a la tarea (el valor del material que se ha de aprender) o extrínsecos (la nota que va a recibir, la aprobación o desaprobación de maestros, compañeros, padres, etc). La motivación intrínseca es siempre preferible y más efectiva que la motivación extrínseca. Se ha olvidado muchas veces que los seres humanos pueden pasar innumerables horas aprendiendo teoría de conjuntos porque es fascinante saber teoría de conjuntos y no necesariamente porque en esa forma van a sacar una buena nota, pasar al curso siguiente, y al siguiente, y finalmente graduarse y ganar mucho dinero. En numerosos casos se subvalora a los alumnos y su capacidad de automotivarse.

El maestro como condicionador emocional, cuyo papel veíamos en el capítulo 3, no puede desconocerse. A él corresponde mostrar la importancia del material que se va a aprender y hacer que el estudiante descubra por sí mismo el valor de esa ciencia o arte que trata de enseñarle. En muchos casos el maestro está demasiado ocupado, tiene demasiados alumnos, demasiadas horas de trabajo y demasiados dolores de cabeza para servir efectivamente como

condicionador emocional. En otros casos cree simplemente que su función es convencer al alumno de que debe estudiar o tendrá que repetir ese curso tan aburridor. En la mayor parte de los casos el maestro, aunque tenga muy buena voluntad, carece de conocimientos adecuados para cumplir eficazmente su labor. Los especialistas en psicología del aprendizaje tienen mucho que decir al respecto, y pueden ayudar a formar mejores maestros, a todos los niveles.

INSTRUCCIÓN PROGRAMADA

En 1926 Pressey, un psicólogo de la Ohio State University, inventó una máquina para corregir exámenes, o, mejor aún, para autocorregirse sin recurrir al maestro. El sistema era muy sencillo: el estudiante leía la pregunta, seleccionaba entre las respuestas que tenía al frente (como pasa en los exámenes "objetivos") y oprimía el botón correspondiente a la respuesta correcta. Si acertaba, aparecía la siguiente pregunta; si había oprimido un botón equivocado la pregunta original permanecía pero la máquina registraba automáticamente un error; la pregunta no desaparecía hasta que el estudiante no había oprimido el botón correspondiente a la respuesta correcta. En esta situación el refuerzo era el conocimiento de los resultados, el estudiante sabía que había acertado porque podía pasar a la siguiente pregunta. Al final se contabilizaba en la máquina el número de errores cometidos.

La máquina de Pressey fue muy poco popular. El país estaba atravesando por una situación muy estrecha, que terminó en la crisis económica de los años treinta. Había escasez de trabajo en todos los frentes y los maestros temieron, con razón, que la máquina fuera a desplazarlos. Pressey continuó trabajando con su instrumento, que nunca pasó de ser una curiosidad y un "juguete".

En 1954 Skinner decidió inventar una manera

de mecanizar el aprendizaje a nivel escolar, especialmente observando que los niños perdían demasiado tiempo, no aprendían en la escuela lo que se suponía que deberían aprender, e incluso una de sus hijas tenía problemas a este respecto. Skinner inventó una nueva *máquina de enseñar,* diferente de la inventada por Pressey casi 30 años antes. Skinner aclara que la máquina de Pressey precedió a la suya y que sus trabajos se basan en la labor original de los años 30 realizada en la Ohio State University.

La enorme autoridad de que goza Skinner en el campo de la psicología hizo que su máquina de enseñar se popularizara y llegara a todas partes. A él se debe, realmente, la moderna *tecnología del aprendizaje* [Skinner, 1968] y el desarrollo de la instrucción programada en todos los frentes. El sistema de Skinner difiere del de Pressey en varios puntos importantes: no da las respuestas a elegir, sino que deja un espacio en el cual el estudiante debe escribir su respuesta; más adelante aparece la respuesta correcta y el estudiante comprueba si acertó o no. El refuerzo es ver que ha acertado. El material que se ha de aprender se presenta en un *programa,* organizado en forma tal que las respuestas se modelan mientras progresa el proceso de aprendizaje. Se presenta en forma tal que el estudiante no cometa errores; es tan gradual que todas las respuestas constituyen aciertos.

El material puede presentarse por escrito, en un film, oralmente, en forma de gráficas, etc. Se hace una afirmación, se presenta una frase incompleta que el estudiante debe completar (ésa es la pregunta), y éste responde con base en la información recibida en la afirmación original; pasa a la siguiente afirmación que muestra si acertó en su respuesta, y así continúa el proceso.

La instrucción programada tiene en este momento dos formas: 1) *libros programados,* de los cuales existen ya varias docenas y en los que se presenta

información sobre cualquier tema (digamos cálculo integral y diferencial), gradualmente, en la forma descrita antes de modo que el estudiante no cometa errores; 2) *máquinas de enseñar,* basadas en los mismos principios que los libros programados, y que pueden usarse para enseñar cualquier disciplina, desde la escuela elemental hasta los estudios posdoctorales.

Como podrá observarse, hacer los programas es un asunto sumamente difícil, que requiere muchos conocimientos del material que se va a presentar y de psicología del aprendizaje. La persona encargada de elaborar un programa debe saber mucho sobre la organización lógica de los conocimientos y sobre su organización psicológica.

Hay dos tipos de programas en uso en la actualidad: 1] lineal, que se basa en Skinner y sus trabajos. El estudiante sólo da respuestas correctas y por lo tanto siempre recibe refuerzo; 2] intrínseco (o ramificado), que se basa en los trabajos de Norman Crowder. El estudiante puede cometer errores; una respuesta equivocada conduce a una explicación más detallada del material.

Ambos tipos de programas están en uso. Como puede verse, se basan en diferentes filosofías de la educación, pero conducen aproximadamente a los mismos resultados. El programa de Crowder es más difícil de planear que el de Skinner. La figura 23 presenta, en forma muy simplificada, una muestra del tipo de preguntas que se le dan al estudiante en el programa intrínseco (o ramificado), de Crowder.

De los tipos de programa y de la descripción anterior se concluye que hay dos tipos de respuesta que el estudiante puede dar: 1] componer la respuesta, que es el sistema usado por Skinner; 2] elegir la respuesta entre varias posibilidades, que era el sistema preferido por Pressey.

La instrucción programada se ha popularizado mucho, y las ventajas y desventajas de este nuevo

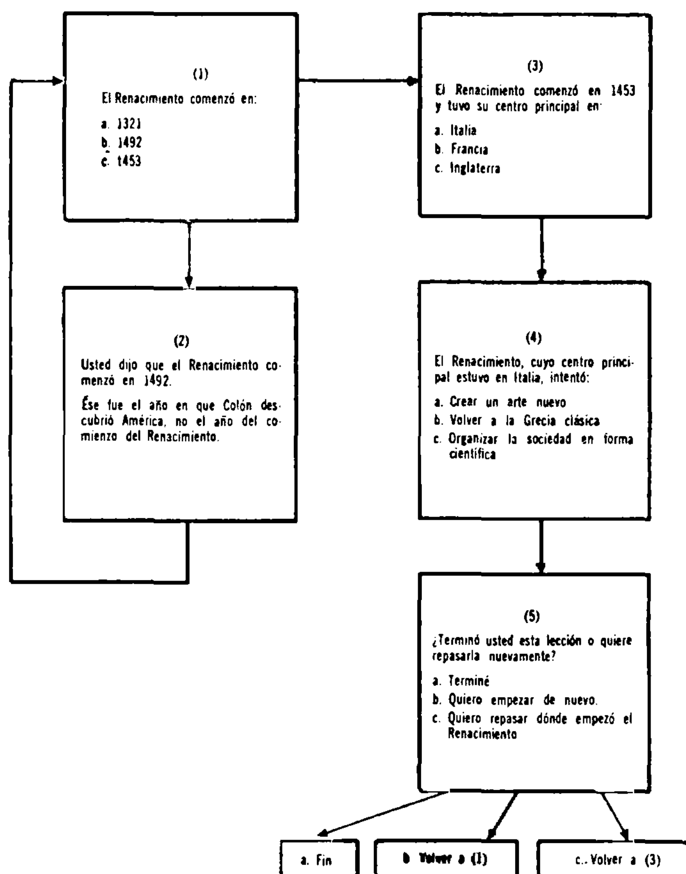


FIGURA 23. *Instrucción programada: tipo intrínseco o ramificado*

tipo de enseñanza se han comparado con la enseñanza tradicional. Es fácil presentar el mismo material a grupos comparables de estudiantes, usando instrucción tradicional (conferencias en clases, exámenes, etc.) e instrucción programada y observar los resultados,

usando diferentes medidas. Casi todos estos experimentos han demostrado la superioridad de la instrucción programada sobre la instrucción tradicional. Sin embargo, es preciso especificar sus ventajas y sus desventajas, con cierto detalle. Las *ventajas* de la instrucción programada son las siguientes:

1] Se garantiza que el estudiante aprende el material. Cuando una persona lee un libro, no es posible estar seguros de que entendió completamente su contenido; cuando lee un libro programado estamos seguros de que lo entendió perfectamente. Lo mismo sucede con cursos dictados por maestros o tomados con máquinas de enseñar.

2] El estudiante aprende a su propio paso. Los estudiantes lentos aprenden más lentamente que los rápidos. Se sabe que en las clases se realiza una nivelación "por lo bajo", y que tanto los estudiantes brillantes como los lentos se perjudican. Las máquinas de enseñar reconocen la gran importancia de las diferencias individuales en el aprendizaje. Skinner dice que todas las cualidades de un buen tutor o maestro individual las tiene la máquina de enseñar.

3] Ahorra mucho tiempo. Incluso los estudiantes lentos aprenden en menos tiempo del que requerirían en el salón de clases.

Pero las máquinas de enseñar presentan también ciertas *desventajas*:

1] Producen aburrimiento en el estudiante inteligente debido a que presentan el material en forma demasiado detallada; él entendió algo muy pronto y la máquina sigue repitiendo en diferentes formas la misma información.

2] Sirven especialmente para presentar hechos, conocimientos bien establecidos, que están relativamente fuera de duda. Como en ciencia no hay nada realmente "definitivo", se corre el riesgo de dar una imagen errada del estado actual de una disciplina. En arte la situación es más complicada todavía, y las

máquinas de enseñar tienen serias limitaciones en esta área.

3] No preparan al estudiante para otras situaciones. Como los conocimientos son muy específicos, es probable que el estudiante no esté preparado para situaciones diferentes de las estudiadas específicamente en el programa.

4] Los programas son difíciles de elaborar, requieren mucho tiempo, dinero y la ayuda de personal muy bien calificado, tanto en la disciplina en cuestión como en psicología del aprendizaje.

Sin embargo, las ventajas parecen ser mucho más importantes que las desventajas. Los maestros realmente no se han "eliminado" sino que se han colocado en trabajos más importantes, tales como dirigir seminarios, organizar el material, etc. En general las máquinas de enseñar complementan la labor de los maestros pero no los remplazan, al menos hasta este momento. Hay una función que las máquinas nunca podrán hacer, y es motivar a los estudiantes, mostrarles la importancia del material que se va a aprender, y ser realmente sus guías; éste es un trabajo más importante que la trasmisión de conocimientos, y los maestros están de acuerdo en delegar parte de sus funciones en las máquinas, conservando en cambio la parte más importante y gratificante del proceso de la enseñanza.

En Latinoamérica Keller [1967] realizó un programa masivo de instrucción programada, en la Universidad de Brasilia, enseñando cursos introductorios a grupos muy numerosos de estudiantes. Se enseñó tanto material teórico como un curso de laboratorio, y se usó realmente un punto intermedio entre instrucción programada e instrucción tradicional.

AYUDAS TÉCNICAS

La instrucción programada es probablemente el lo-

gro más importante de la moderna tecnología de la instrucción que resulta de aplicar los principios de la psicología del aprendizaje a la educación. Sin embargo, existen también numerosas ayudas técnicas que complementan y mejoran la enseñanza tradicional.

Una de ellas es el uso de la *radio* y la *televisión* con fines didácticos. En Colombia y México se han usado en campañas muy amplias de alfabetización, de enseñanza de técnicas agrícolas a los campesinos y de diversas materias (matemáticas, idiomas, etc). A nivel superior se usa la televisión en varias universidades, entre otras en la Argentina, para enseñar cursos a grupos muy grandes de estudiantes. En la Universidad de Wisconsin, en Estados Unidos, hay un programa muy importante de enseñanza de psicología con ayuda de la televisión.

Merece mencionarse igualmente el uso de *discos* con fines didácticos. Se han utilizado para enseñar idiomas, literatura, poesía y arte dramático, pero parece que su alcance es mucho mayor. El material se distribuye en forma progresiva y a diversos niveles.

Los *laboratorios de idiomas* se han refinado mucho en los últimos años, y hacen uso de discos, grabadoras y programas de refuerzo. El estudiante debe repetir una palabra, o anticipar la que el locutor va a decir; acertar es el refuerzo; en algunos casos graba su propia voz y la compara con la pronunciación del maestro. El material también debe presentarse gradualmente, es preciso reforzar al estudiante, y asociar hechos para formar conceptos. Las investigaciones sobre aprendizaje verbal se han usado casi sin modificación en esta área; el aprendizaje de pares asociados es sumamente útil; estudiar lenguas extranjeras, sin embargo, no es lo mismo que estudiar sílabas sin sentido aunque el estudiante principiante parece creerlo.

La televisión y los discos se han usado incluso para enseñar a niños retrasados mentales. La tele-

visión en color remplaza con relativa efectividad al maestro en la enseñanza de lenguaje labial a los sordos.

Por todo esto las ayudas técnicas (a veces denominadas ayudas audiovisuales) pueden hacer que el trabajo del maestro se simplifique y se haga más eficiente. Tanto los niños de escuela primaria como los estudiantes graduados aprenden más si ven en un film los hechos que se les quiere enseñar que si oyen al maestro hablar de ellos o leen en un libro acerca de ellos.

LA TECNOLOGÍA DE LA INSTRUCCIÓN

Lentamente la educación parece estar cambiando y haciéndose más adecuada para el siglo en que vivimos. Las reformas no siempre se reciben con entusiasmo, y muchas veces se dice que usar máquinas de enseñar va contra la dignidad del ser humano y nos convierte a todos en autómatas. Las máquinas, claro está, son sólo instrumentos, que pueden usarse bien o mal. Si se usan mal no es culpa de las máquinas sino culpa del hombre.

Quiero terminar insistiendo en que existen innumerables principios del aprendizaje que no se han usado en la educación y que podrían causar una verdadera revolución en el proceso de la enseñanza. Unos pocos se han indicado en el capítulo tercero. Especial mención merecen la ley del efecto, el aprender a aprender (*learning sets*), la importancia de las diferencias individuales, los programas de refuerzo, el papel de los incentivos secundarios y la motivación indirecta, la formación de conceptos, los procesos de la creatividad, la solución de problemas, el aprendizaje como fenómeno de grupo (facilitación social, inhibición social, etc.), los procesos de la decisión, las investigaciones evolutivas de Piaget, el análisis de la tarea que se ha de aprender, el cono-

cimiento de los resultados, el aprendizaje como fenómeno afectivo, el propósito y la actividad del estudiante y muchos aspectos más cuya importancia empieza apenas a ser reconocida.

LIBROS BÁSICOS SOBRE PSICOLOGÍA DEL APRENDIZAJE

La siguiente lista de libros presenta una visión amplia del área del aprendizaje. Son lecturas recomendadas, que pueden usarse para complementar un curso o para que el lector serio pueda profundizar en el tema. Los libros abarcan diferentes idiomas, diferentes países y diferentes enfoques, todos ellos dentro del área de la psicología científica.

1] Bugelski, B. R., *The Psychology of Learning Applied to Teaching,* Indianápolis, Bobbs-Merrill, 1964.

Este libro presenta una descripción de los hechos del aprendizaje, las interpretaciones teóricas y la manera en que la ciencia del aprendizaje puede contribuir a revolucionar la educación.

2] Eibl-Eibesfeldt. I., *Grundriss der vergleichenden Verhaltenslehre. Ethologie,* Munich, Piper Verlag, 1968.

Libro sobre aprendizaje animal, con especial referencia al enfoque europeo contemporáneo.

3] Hilgard, E. R., y G. H. Bower, *Theories of Learning,* Nueva York, Appleton-Century-Crofts, 1966[3].

Obra clásica sobre teorías del aprendizaje, que resume numerosas investigaciones y presenta una visión muy actualizada del área del aprendizaje. Hay traducción castellana de la segunda edición (*Teorías del aprendizaje,* México, Fondo de Cultura Económica, 1961).

4] Honig, W. K. (ed.), *Operant Behavior. Areas of Research and Application,* Nueva York, Appleton-Century-Crofts, 1966. (Hay traducción castellana: *Conducta operante,* México, Trillas, 1975.)

Principal obra de condicionamiento operante. Cada uno de los capítulos lo escribe un activo investigador en esa área. Sus 865 páginas representan una visión tan amplia como profunda de esta rama de la psicología.

5] Kimble, G. A., *Hilgard and Marquis' Conditionning and learning,* Nueva York, Appleton-Century-Crofts, 1961.

Kimble actualizó y puso al día la obra de Hilgard y Marquis sobre aprendizaje, publicada originalmente en 1940, y que llamó la atención del mundo científico sobre la importancia de este tema. La revisión de Kimble se ha usado como texto en muchas universidades de diversos países. Hay traducción castellana: *Condicionamiento y aprendizaje,* México, Trillas, 1969.

6] Koch, S. (ed.), *Psychology: A Study of a Science,* vol. 2, Nueva York, McGraw-Hill, 1959.

Este segundo volumen de la obra en siete tomos sobre la psicología contemporánea versa sobre aprendizaje, y cada capítulo lo escribe el científico que ha sido personalmente encargado de la investigación y la teoría en esa área. Entre los participantes en este tomo merecen destacarse: Estes, Guthrie, Harlow, Logan, Miller, Skinner y Tolman.

7] Le Ney, J. F., G. de Montpellier, G. Oléron, y C. Flores, "Apprentissage et mémoire", en P. Fraisse y J. Piaget (eds.), *Traité de psychologie expérimentale,* vol. 4, París, Presses Universitaires de France, 1967.

Buen resumen de la psicología del aprendizaje, como la ve este grupo de psicólogos franceses. Muestra la importancia de esta área de trabajo en Europa.

8] Madsen, K. B., *Theories of Motivation,* Copenhage, Munksgaard, 1968[4].

El original de este libro fue publicado en inglés, en Dinamarca, y la traducción castellana apareció hace poco. Presenta esquemas muy didácticos sobre las teorías de la motivación, cuyas implicaciones para la comprensión de los fenómenos del aprendizaje son muy claras.

9] Marx, M. H. (ed.), *Learning: Processes,* Nueva York, Macmillan, 1969. Marx, M. H. (ed.), *Learning: Interactions,* Nueva York, Macmillan, 1970. Marx, M. H. (ed.), *Learning: Theories,* Nueva York, Macmillan, 1970.

Estos tres libros están escritos por los principales especialistas en psicología del aprendizaje de la actualidad, y servirán de fuente de consulta para investigaciones en esta área. La mayor parte de los artículos son investigaciones originales altamente recomendables.

10] *Learning and Motivation,* Nueva York, Academic Press, vol. 1, 1970; vol. 2, 1971; vol. 3, 1972; vol. 4, 1973; etc.

Esta es una *revista* dedicada exclusivamente a la psicología del aprendizaje y de la motivación, que comenzó a publicarse en 1970. Publica artículos originales y teóricos dedicados al análisis de los fenómenos y mecanismos básicos del aprendizaje y de la motivación. Es la *única* revista del mundo dedicada exclusivamente a estos dos temas.

11] Pavlov, I. P., *Reflejos condicionados,* Buenos Aires, Paidós, 1959.

La obra clásica de Pavlov fue escrita durante la primera década del siglo XX y describe los experimentos realizados por él y sus discípulos. Este libro ha sido el primero y más importante de todos los que se han escrito sobre psicología del aprendizaje.

12] Spence, K. W., y J. Taylor-Spence (eds.), *The Psychology of Learning and Motivation,* Nueva York, Academic Press, vol. 1, 1967; vol. 2, 1968; vol. 3, 1969; vol. 4, 1970.

Esta serie de libros se planeó para publicar anualmente uno y presentar un resumen en profundidad de cada área de la psicología del aprendizaje, escrito por el más grande especialista mundial en la materia. Se han publicado hasta ahora 8 volúmenes.

REFERENCIAS

Amsel, A., "The role of frustrative nonreward in noncontinuous situations", *Psychological Bulletin,* 1958, *55,* 102-119.

Amsel, A., y J. Roussel, "Motivational properties of frustration: I. Effect on a running response of the addition of frustration to the motivational complex", *Journal of Experimental Psychology,* 1953, *43,* 363-368.

Amsel, A., y J. S. Ward, "Motivational properties of frustration: II. Frustration drive stimulus and frustration reduction in learning", *Journal of Experimental Psychology,* 1954, *48,* 37-47.

Anderson, E. E., "The externalization of drive: I. Theoretical considerations", *Psychological Review,* 1941, *48,* 204-224.

Appel, J. B., "Punishment in the squirrel monkey *Saimiri sciurea*", *Science,* 1961, *133,* 36.

Appel, J. B., "Punishment and shock intensity", *Science,* 1963, *141,* 528-529.

Applezweig, M. H., "Response potential as a function of effort", *Journal of Comparative and Physiological Psychology,* 1951, *44,* 225-235.

Aragó-Mitjans, J. M., "Aprendizaje, formación de hábitos y personalidad", *Revista de Psicología General y Aplicada,* Madrid, 1968, *23,* 1115-1126.

Ardila, R., "La motivación en la conducta animal", *Revista de Psicología,* Bogotá, 1964, *9,* 115-119.

Ardila, R., "Trabajos experimentales sobre los efectos de las experiencias tempranas en la conducta posterior", *Revista de Psicología,* 1967, *12,* 75-84 (*a*).

Ardila, R., "El premio y el castigo en la psicología contemporánea", *Revista de Psicología General y Aplicada,* 1967, *22,* 39-45 (*b*).

Ardila, R., *Historia de la psicología comparada,* Lima, Universidad de San Marcos, 1968 (*a*).

Ardila, R., "Modelos matemáticos del aprendizaje", *Revista Mexicana de Psicología,* 1968, *3,* 164-171 (*b*).

Ardila, R., "En defensa del método experimental en psicolo-

gía", *Revista de Psicología General y Aplicada,* 1968, *23,* 689-704 (*c*).

Ardila, R., "Factores bioquímicos del aprendizaje", *Revista Interamericana de Psicología,* 1968, *2,* 93-100 (*d*).

Ardila, R., "Estimulación cerebral y teoría psicológica", *Revista Interamericana de Psicología,* 1969, *3,* 1-12 (*a*).

Ardila, R., *Spontaneous Recovery in Avoidance Learning,* tesis inédita, University of Nebraska, 1969 (*b*).

Ardila, R., *Manual de psicología fisiológica,* México, Trillas, 1973.

Ardila, R., "Imprinting sexual", *Revista Latinoamericana de Psicología,* 1975, *7,* 289-297.

Ardila, R. (ed.), *El análisis experimental del comportamiento, la contribución latinoamericana,* México, Trillas, 1974.

Ardila, R., *Aprendizaje temprano,* 1976, en prensa.

Arnold, W. J., "An exploratory investigation of primary response generalization", *Journal of Comparative and Physiological Psychology,* 1945, *38,* 87-102.

Arnold, W. J., "Simple reaction chains and their integration. I. Homogeneous chaining with terminal reinforcement", *Journal of Comparative and Physiological Psychology,* 1947, *40,* 349-363.

Atkinson, R. C., G. H. Bower, y E. J. Crothers, *An Introduction to Mathematical Learning Theory,* Nueva York, Wiley, 1965.

Azrin, N. H., "Some effects of noise on human behavior", *Journal of the Experimental Analysis of Behavior,* 1958, *1,* 183-200.

Azrin, N. H., "Punishment and recovery during fixed-ratio performance", *Journal of the Experimental Analysis of Behavior,* 1959, *2,* 301-305.

Azrin, N. H., "Effects of punishment intensity during variable-interval reinforcement", *Journal of the Experimental Analysis of Behavior,* 1960, *3,* 123-142.

Azrin, N. H., "Sequential effects of punishment", *Science,* 1960, *131,* 605-606.

Azrin, N. H., y W. C. Holz, "Punishment during fixed-interval reinforcement", *Journal of the Experimental Analysis of Behavior,* 1961, *4,* 343-347.

Azrin, N. H., y W. C. Holz, "Punishment", en W. K. Honig (ed.), *Operant Behavior. Areas of Research and Application,* Nueva York, Appleton-Century-Crofts, 1966.

Azrin, N. H., W. C. Holz, y D. F. Hake, "Fixed-ratio punishment", *Journal of the Experimental Analysis of Behavior,* 1963, *6,* 141-148.

Baron, A., "Delayed punishment of a runway response", *Journal of Comparative and Physiological Psychology,* 1965, *60,* 131-134.

Beach, F. A., "The descent of instinct", *Psychological Review,* 1955, *62,* 401-410.

Beaulieu, C., "The effects of RNA on experimentally induced memory impairment", *Psychonomic Science,* 1966, *6,* 339-340.

Beaulieu, C., "RNA, water consumption and toxicity", *Psychonomic Science,* 1967, *7,* 193-194.

Berlyne, D. E., "Novelty and curiosity as determinants of exploratory behavior", *British Journal of Psychology,* 1950, *41,* 68-80.

Berlyne, D. E., *Conflict, Arousal and Curiosity,* Nueva York, McGraw-Hill, 1960.

Blumenfeld, W., *Psicología del aprendizaje,* Lima, Universidad de San Marcos, 1957.

Boe, E. E., y Church, R. M. (eds.) *Punishment, issues and experiments,* Nueva York: Appleton-Century-Crofts, 1968.

Bolles, R. C., *Theory of Motivation,* Nueva York, Harper & Jones (ed.), *Nebraska Symposium on Motivation,* Lincoln, University of Nebraska Press, 1958, 1-32.

Bolles, R. C., *Theory of Motivation,* Nueva York, Harper & Row, 1967.

Borger, R, y A. E. M. Seashore, *The Psychology of Learning,* Harmondswort, Penguin, 1966.

Brackbill, Y., y M. S. Kappy, "Delay of reinforcement and retention", *Journal of Comparative and Physiological Psychology,* 1962, *55,* 14-18.

Brown, J. S., "Problems presented by the concept of acquired drive", en M. R. Jones (ed.), *Current Theory and Research on Motivation: A Symposium,* Lincoln, University of Nebraska Press, 1953.

Brown, J. S., E. A. Bilodeau, y M. R. Baron, "Bidirectional gradients in the strength of a generalized voluntary response to stimuli on a visual-spatial dimension", *Journal of Experrimental Psychology,* 1951, *41,* 52-61.

Brown, H. W., y R. Geiselhart, "Age differences in the acquisition and extinction of the conditioned eyelid response", *Journal of Experimental Psychology,* 1959, *57,* 386-388.

Bugelski, B. R., *The Psychology of Learning Applied to Teaching,* Indianápolis, Bobbs-Merrill, 1964.

Bush, R. R., y F. A. Mosteller, "Mathematical model for simple learning", *Psychological Review,* 1951, *58,* 313, 323.

Bush, R. R., y F. Mosteller, *Stochastic Models for Learning,* Nueva York, Wiley, 1955.

Bustamante, J. A., A. Roselló, A. Jordán, E. Pradere, y A. Insua, "Aprendizaje y drogas", *Revista Interamericana de Psicología,* 1969, *3,* 67-82.

Bykov, K. M., *The Cerebral Cortex and the Internal Organs,* Nueva York, Chemical, 1957.

Calvin, J. S., E. A. Bicknell, y D. S. Sperling, "Establishment of a conditioned drive based on the hunger drive", *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1953, *46*, 173-175.
Cameron, D. E., "The use of ribonucleic acid in aged patients with memory impairment", *American Journal of Psychiatry*, 1958, *114*, 943.
Cameron, D. E., "Magnesium pemoline and human performance", *Science*, 1967, *157*, 958-959.
Cameron, D. E., S. Sved, L. Solyom, B. Wainrib, y A. Barik, "Effects of ribonucleic acid on memory defect in the aged", *American Journal of Psychiatry*, 1963, *120*, 320-325.
Carr, H. A., "The law of effect: a round table discussion", *Psychological Review*, 1938, *45*, 191-199.
Chorover, S. L., y P. H. Schiller, "Short-term retrograde amnesia (RA) in rats", *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1965, *59*, 73-78.
Church, R. M., "The varied effects of punishment on behavior", *Psychological Review*, 1963, *70*, 369-402.
Church, R. M., y R. L. Solomon, "Traumatic avoidance learning: the effects of delay of shock termination", *Psychological Reports*, 1956, *2*, 357-368.
Cohen, B. D., G. W. Brown, y M. L. Brown, "Avoidance learning motivated by hypothalamic stimulation", *Journal of Experimental Psychology*, 1967, *53*, 228-233.
Cook, L., A. Davidson, D. J. Davis, H. Green, y E. J. Fellows, "Ribonucleic acid: Effects on conditioned behavior in rats", *Science*, 1963, *141*, 268-269.
Correa, E., y Ardila, R., "Efectos del fármaco tranquilizante Diazepán y del control de la locomoción sobre la adquisición de la respuesta de seguimiento en el troquelado (imprinting)", *Revista Latinoamericana de Psicología*, 1975, *7*, 305-320.
Cortada de Kohan, N., y J. M. Carro, *Estadística aplicada*, Buenos Aires, Eudeba, 1968.
Crespi, L. P., "Quantitative variation of incentive and performance in the white rat", *American Journal of Psychology*, 1942, *55*, 467-517.
Dashiell, J. E., *Fundamentals of Objective Psychology*, Boston, Houghton Mifflin, 1937[2].
Deese, J., *The Psychology of Learning*, Nueva York, McGraw-Hill, 1966.
Delgado, J. M, R., W. W. Roberts, y N. E. Miller, "Learning motivated by electrical stimulation of the brain", *American Journal of Physiology*, 1954, *179*, 587-593.
Deutsch, J. A., M. D. Hamburg, y H. Dahl, "Anticholinesterase induced amnesia and its temporal aspects", *Science*, 1966, *151*, 221-223.

Deutsch, J. A., y S. F. Liebowits, "Amnesia or reversal of forgetting by anticholinesterase depending simply on time of injection", *Science*, 1966, *153*, 1017-1018.
Díaz-Guerrero, R., *Lecturas para el curso de psicología experimental*, México, Trillas, 1965.
Dinsmoor, J. A., "A discrimination based on punishment", *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1952, *4*, 27-45.
Dinsmoor, J. A., "Punishment: I. The avoidance hypothesis", *Psychological Review*, 1954, *61*, 34-46.
Dinsmoor, J. A., "Punishment: II. An interpretation of empirical findings", *Psychological Review*, 1955, *62*, 96-105.
Dollard, J., y N. E. Miller, *Personality and Psychotherapy*, Nueva York, McGraw-Hill, 1950.
Duncan, C. P., "The retroactive effect of electroshock on learning", *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1949, *42*, 32-44.
Ebbinghaus, H., *Memory*, Nueva York, Teachers College, Columbia University, 1913. (Original alemán: 1885.)
Edwards, A. L., *Experimental Design in Psychological Research*, Nueva York, Holt-Rinehart-Winston, 1960, edición revisada.
Eibl-Eibsfeld, I., *Grundriss der vergleichenden Verhaltenslehre, Ethologie*, Munich, Piper Verlag, 1968.
Ellson, D. G., "Quantitative studies of the interaction of simple habits: I. Recovery from specific and generalized effects of extinction", *Journal of Experimental Psychology*, 1938, *23*, 339-358.
Estes, W. K., "An experimental study of punishment", *Psychological Monographs*, 1944, *57*.
Estes, W. K., "Toward a statistical theory of learning", *Psychological Review*, 1950, *57*, 94-107.
Estes, W. K., "Statistical theory of spontaneous recovery and regression", *Psychological Review*, 1955, *62*, 145-154.
Estes, W. K., "On models and men", *American Psychologist*, 1957, *12*, 609-617.
Estes, W. K., "Stimulus-response theory of drive", en M. R. Jones (ed.), *Nebraska Symposium on Motivation*, Lincoln, University of Nebraska Press, 1958.
Estes, W. K., *et al.*, *Modern Learning Theory*, Nueva York, Appleton-Century-Crofts, 1954.
Federici, S., "Lógica y psicología", *Revista de Psicología*, 1962, *7*, 143-160.
Ferster, C. B., y B. F. Skinner, *Schedules of Reinforcement*, Nueva York, Appleton-Century-Crofts, 1957.
Fjerdingstad, E. J., T. Nissen, y H. H. Roigaard-Petersen, "Effect of ribonucleic acid (RNA) extracted from the brain of trained animals on learning in rats", *Scandinavian Journal of Psychology*, 1965, *6*, 1-6.

Friedman, N., *The Social Nature of Psychological Research,* Nueva York, Basic Books, 1967.

Gelber, B., "Investigation of the behavior of *Paramecium aurelia*: I. Modification of behavior after training with reinforcement", *Journal of Comparative and Physiological Psychology,* 1952, *45,* 58-65.

Glasky, A. J., y L. N. Simon, "Magnesium pemoline: enhancement of brain RNA plymerases", *Science,* 1966, *151,* 702-703.

Grether, W. F., "Pseudo-conditioning without paired stimulation encountered in attempted backward conditioning", *Journal of Comparative Psychology,* 1938, *25,* 91-96.

Grice, G. R., y E. Saltz, "The generalization of an instrumental response to stimuli varying in the size dimension", *Journal of Experimental Psychology,* 1950, *40,* 702-708.

Grossman, S. P., *A Textbook of Physiological Psychology,* Nueva York, Wiley, 1967.

Guthrie, E. R., *The Psychology of Learning,* Nueva York, Harper, 1935.

Hake, D. F., y N. H. Azrin, "Conditioned punishment", *Journal of the Experimental Analysis of Behavior,* 1965, *8,* 279-293.

Hall, J. F., *The Psychology of Learning,* Filadelfia, Lippincott, 1966.

Harlow, H. F., "The formation of learning sets", *Psychological Review,* 1949, *56,* 51-65.

Harlow, H. F., "Motivation as a factor in new responses", en M. R. Jones (ed.), *Current Theory and Research in Motivation: A Symposium,* Lincoln, University of Nebraska Press, 1953, 24-48.

Hebb, D. O., *The Organization of Behavior,* Nueva York, Wiley, 1949.

Hess, E., "Imprinting", *Science,* 1959, *130,* 133-141.

Hilgard, E. R. (ed.), *Theories of Learning and Instruction,* Chicago, University of Chicago Press, 1964.

Hilgard, E. R., y G. H. Bower, *Theories of Learning,* Nueva York, Appleton-Century-Crofts, 1966[3].

Honig, W. K. (ed.), *Operant Behavior. Areas of Research and Application,* Nueva York, Appleton-Century-Crofts, 1966.

Hovland, C. I., "The generalization of conditioned responses: I. The sensory generalization of conditioned responses with varying frequencies of tone", *Journal of General Psychology,* 1937, *17,* 125-148.

Hull, C. L., *Principles of Behavior,* Nueva York, Appleton-Century-Crofts, 1943.

Hull, C. L., *A Behavior System,* New Haven, Yale University Press, 1952.

Humphreys, L. G., "The effect of random alternation of reinforcement on the acquisition and extinction of conditioned eyelid reactions", *Journal of Experimental Psychology*, 1939, *25*, 141-158.

Hunt, H. F., y J. V. Brady, "Some quantitative and qualitative differences between 'anxiety' and 'punishment' conditioning", *American Psychologist*, 1951, *6*, 276-277.

Hunter, W. S., "The temporal maze and kinaesthetic sensory processes in the white rat", *Psychobiology*, 1920, *2*, 1-18.

Hunter, W. S., "Learning", en C. Murchison (ed.), *Handbook of General Experimental Psychology*, Worcester, Clark University Press, 1934.

Hydén, H., "Activation of nuclear RNA in neurons and glia in learning", en D. P. Kimble (ed.), *Learning, Remembering and Forgetting*, vol. 1, *The Anatomy of Memory*, Palo Alto, Science and Behavior Books, 1965.

Hydén, H., y E. Egyhazi, "Nuclear RNA changes of nerve cells during a learning experiment in rats", *Proceedings of the National Academy of Sciences, U. S.*, 1962, *48*, 1366-1373.

Hydén, H., y E. Egyhazi, "Changes in RNA content and base composition in cortical neurons of rats in a learning experiment involving transfer of handedness", *Proceedings of the National Academy of Sciences, U. S.*, 1964, *52*, 1030-1035.

Imada, M., "The effects of punishment on avoidance behavior", *Japanese Psychological Research*, 1959, *1*, 27-38.

Irion, A. L., "Retention and warming-up effects in paired-associate learning", *Journal of Experimental Psychology*, 1949, *39*, 669-675.

Irwin, S., y A. Banuazizi, "Pentylenetetrazol enhances memory function", *Science*, 1966, *152*, 100-102.

Ison, J. R., "Experimental extinction as a function of the number of reinforcements", *Journal of Experimental Psychology*, 1962, *64*, 314-317.

Jacobs, J., "Experiments on 'prehension' ", *Mind*, 1887, *12*, 75-79.

Jacobson, A. L., F. R. Babich, S. Bubash, y A. Jacobson, "Differential approach tendencies produced by injection of ribonucleic acid from trained rats", *Science*, 1965, *150*, 636-637.

Jenkins, H. M., y R. H. Harrison, "Effect of discrimination training on auditory generalization", *Journal of Experimental Psychology*, 1960, *59*, 246-253.

Jenkins, J. G., y K. M. Dallenbach, "Obliviscence during sleep and waking", *American Journal of Psychology*, 1924, *35*, 605-612.

Jensen, D. D., "Experiments on learning in paramecium", *Science*, 1957, *125*, 191-192.

Katz, M. S., y W. A. Deterline, "Apparent learning in the paramecium", *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1958, *51*, 243-248.

Keller, F. S., "Engineering personalized instruction in the classroom", *Revista Interamericana de Psicología*, 1967, *1*, 189-197.

Kellog, W. N., y P. Spanovick, "Respiratory changes during the conditioning of fish", *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1953, *46*, 124-128.

Kimble, D. P. (ed.), *Learning, Remembering and Forgetting*, vol. 1, *The Anatomy of Memory*, Palo Alto, Science and Behavior Books, 1965.

Kimble, G. A., *Hilgard and Marquis' Conditioning and Learning*, Nueva York, Appleton-Century-Crofts, 1961.

Kimble, G. A., *Foundations of Conditioning and Learning*, Nueva York, Appleton-Century-Crofts, 1967.

Klineberg, O., *Social Psychology*, Nueva York, Holt, 1954, edición revisada.

Koffka, K., *Principles of Gestalt Psychology*, Nueva York, Harcourt, Brace & World, 1935.

Köhler, W., "Simple structural functions in the chimpanzee and in the chicken", en W. D. Ellis (ed.), *A Source Book on Gestalt Psychology*, Nueva York, Harcourt, Brace & World, 1938. (Artículo publicado originalmente en alemán en 1918.)

Köhler, W., *The Mentality of Apes*, Nueva York, Harcourt, Brace & World, 1925.

Krivanek, J., y E. Hunt, "The effect of post-trial injections of pentylenetetrazol strychnine and Mephenesin on discrimination", *Psychopharmacology*, 1967, *10*, 189-195.

Kulkarni, A. S., "Magnesium pemoline: facilitation of instrumental avoidance learning", *Psychonomic Science*, 1967, *9*, 39-40.

Kuo, Z. Y., "How are instincts acquired?", *Psychological Review*, 1922, *29*, 334-365.

Kuo, Z. Y., "A psychology without heredity", *Psychological Review*, 1924, *31*, 427-448.

Kuo, Z. Y., *The Dynamics of Behavior Development*, Nueva York, Random House, 1967.

Lashley, K. S., y M. Wade, "The pavlovian theory of generalization", *Psychological Review*, 1946, *53*, 72-87.

Lawson, R., *Frustration*, Nueva York, Macmillan, 1965.

Le Ney, J. F., G. de Montpellier, G. Oléron, y C. Flores, *Apprentissage et mémoire*, en P. Fraisse y J. Piaget (eds.), *Traité de psychologie expérimentale*, vol. 4, París, Presses Universitaires de France, 1967.

Lico, M. C., A. Hoffmann, y M. Covian, "Autonomic con-

ditioning in the anesthetized rabbit", *Physiology* & *Behavior,* 1968, *3,* 673-675.
Lindsley, D. B., "Psychophysiology and motivation", en M. R. Jones (ed.), *Nebraska Symposium on Motivation,* Lincoln, University of Nebraska Press, 1957, 44-104.
Logan, F. A., *Incentive,* New Haven, Yale University Press, 1960.
Lorenté de No, R., "Cerebral cortex: architecture", en J. F. Fulton, *Physiology of the Nervous System,* Nueva York, Oxford University Press, 1949.
Lorenz, K. Z., "Der Kumpan in der Umwelt des Vogels", *J. für Orn.,* Leipzig, 1935, *83,* 137-213; 289-413.
Lovejoy, E., *Attention in Discrimination Learning,* San Francisco, Holden-Day, 1968.
Luce, R. D., R. R. Bush, y E. Galanter (eds.), *Handbook of Mathematical Psychology,* 3 vols., Nueva York, Wiley, 1963, 1965.
MacCorquodale, K., y P. E. Meehl, "On a distinction between hypothetical constructs and intervening variables", *Psychological Review,* 1949, *55,* 95-107.
Madsen, K. B., *Theories of Motivation,* Copenhage, Munksgaard, 1968⁴.
Maier, N. R. F., *Frustration,* Nueva York, McGraw-Hill, 1949.
Marx, M. H. (ed.), *Learning Processes,* Nueva York, Macmillan, 1969.
Mason, W. A., y H. F. Harlow, "Formation of conditioned responses in infant monkeys", *Journal of Comparative and Physiological Psychology,* 1958, *51,* 68-70.
Maslow, A. H., *Motivation and Personality,* Nueva York, Harper, 1954.
Masserman, J. M., *Behavior and Neurosis,* Chicago, University of Chicago Press, 1943.
McAllister, D. R., y W. R. McAllister, "Second-order conditioning of fear", *Psychonomic Science,* 1964, *1,* 383-384.
McConnell, J. V., "Memory transfer through cannibalism in planarias", *Journal of Neuropsychiatry,* 1962, *3,* 542.
McClelland, D. C. (ed.), *Studies in Motivation,* Nueva York, Appleton-Century-Crofts, 1955.
McCulloch, W. S., *Finality and Form,* Springfield, Thomas, 1952.
McGeoch, J. A., "Forgetting and the law of disuse", *Psychological Review,* 1932, *39,* 352-370.
McGeoch, J. A., y A. L. Irion, *The Psychology of Human Learning,* Nueva York, McKay, 1952.
McGraw, M. B., *Growth: A Study of Johnny and Jimmy,* Nueva York, Appleton-Century-Crofts, 1935.

McKee, J. P., y D. A. Riley, "Auditory transposition in six-year-old children", *Child Development*, 1962, *33*, 469-476.

McKellar, P., *Experience and Behaviour*, Baltimore, Penguin Books, 1968.

Meehl, P. E., "On the circularity of the law of effect", *Psychological Bulletin*, 1950, *47*, 52-75.

Melton, A. W. (ed.), *Categories of Human Learning*, Nueva York, Academic Press, 1964.

Millenson, J. R., *Principios de análisis conductual*, traducción del inglés, México, Trillas, 1974.

Miller, G. A., y F. C. Frick, "Statistical behavioristics and sequences of responses", *Psychological Review*, 1949, *56*, 311-324.

Miller, D. R., "On the definition of problems and the interpretation of symptoms", *Journal of Consulting Psychology*, 1962, *26*, 302-305.

Miller, N. E., "Experimental studies of conflict", en J. M. (ed.), *Personality and the Behavior Disorders*, Nueva York, Ronald, 1944.

Miller, N. E., "Studies of fear as an acquirable drive: I. Fear as motivation and fear-reduction as reinforcement in the learning of new responses", *Journal of Experimental Psychology*, 1948, *38*, 89-101.

Miller, N. E., "Learned drives and rewards", en S. S. Stevens (ed.), *Handbook of Experimental Psychology*, Nueva York, Wiley, 1951.

Miller, N. E., "Liberalization of basic S-R concepts: Extensions to conflict behavior, motivation, and social learning", en S. Koch (ed.), *Psychology: A Study of a Science*, vol, 2, Nueva York, McGraw-Hill, 1959.

Miller, N. E., "Some reflections on the law of effect produce a new alternative to drive reduction", en M. R. Jones (ed.), *Nebraska Symposium on Motivation*, Lincoln, University of Nebraska Press, 1963.

Miller, N. E., "Learning of visceral and glandular responses", *Science*, 1969, *163*, 434-445.

Miller, N. E., y A. Carmona, "Modification of a visceral response, salivation in thirsty dogs, by instrumental training with water reward", *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1967, *63*, 1-6.

Miller, N. E., y L. DiCara, "Instrumental learning of heart rate changes in curarized rats", *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1967, *63*, 12-19.

Miller, N. E., y J. Dollard, *Social Learning and Imitation*, New Haven, Yale University Press, 1914.

Miller, W. C., y J. E. Greene, "Generalization of an avoidance

response to various intensities of tone", *Journal of Comparative and Physiological Psychology,* 1954, *47,* 136-139.
Mostofsky, D. I. (ed.), *Stimulus Generalization,* Stanford, Stanford University Press, 1965.
Mowrer, O. H., "On the dual nature of learning", *Harvard Educational Review,* 1947, *17,* 102-148.
Muenzinger, K. F., "Motivation in learning: I. Electric shock for correct responses in the visual discrimination habit", *Journal of Comparative and Physiological Psychology,* 1934, *17,* 267-277.
Muenzinger, K. F., "Motivation in learning: II. The function of electric shock for right and wrong responses in human subjects", *Journal of Experimental Psychology,* 1934, *17,* 439-448.
Muenzinger, K. F., "Discussion concerning the effects of shock for right responses in visual discrimination learning", *Journal of Experimental Psychology,* 1948, *38,* 201-203.
Muenzinger, K. F., y M. Fletcher, "Motivation in learning: VII. The effect of an enforced delay at the point of choice in the visual discrimination habit", *Journal of Comparative and Physiological Psychology,* 1937, *23,* 383-392.
Muenzinger, K. F., y R. F. Powlosky, "Motivation in learning: X. Composition of electric shock for correct turns in a corrective and a noncorrective situation", *Journal of Experimental Psychology,* 1951, *42,* 118-124.
Müller, G. E., y A. Pilzecker, "Experimentelle Beiträge zur Lehre vom Gedächtniss", *Zeitschrift für Psychologie,* 1900, *1,* 1-288.
Murray, H. A., *Explorations in Personality,* Nueva York, Oxford University Press, 1938.
Natalicio, L. F. S., "Práctica masiva contra práctica distribuida: Una revisión", *Revista Interamericana de Psicología,* 1969, *3,* 93-108.
Neel, A. F., *Theories of Psychology: A Handbook,* Cambridge, Schenkman, 1969.
Neimark, E., y W. K. Estes (eds.), *Stimulus Sampling Theory,* San Francisco, Holden-Day, 1967.
Nigro, M. R., "Punishment of an extinguishing shock-avoidance response by time-out from positive reinforcement", *Journal of the Experimental Analysis of Behavior,* 1966, *9,* 53-63.
Nissen, H. W., "The nature of the drive as innate determinant of behavioral organization", en M. R. Jones (ed.), *Nebraska Symposium on Motivation,* Lincoln, University of Nebraska Press, 1954, 281-320.
Olds, J., y F. Milner, "Positive reinforcement produced by electrical stimulation of the septal area and other regions

of the rat brain", *Journal of Comparative and Physiological Psychology,* 1954, *47,* 419-427.

Olds, J., y M. Olds, "Drives, rewards and the brain", *en New Directions in Psychology,* vol. 2, Nueva York, Holt, 1965.

Osgood, C. E., *Method and Theory in Experimental Psychology,* Nueva York, Oxford University Press, 1953.

Paré, W., "The effect of caffein and Seconal on a visual discrimination task", *Journal of Comparative and Physiological Psychology,* 1961, *54,* 506-509.

Pavlov, I. P., *Los reflejos condicionados,* Buenos Aires, Paidós, 1959.

Pavlov, I. P., *Los reflejos condicionados aplicados a la psicopatología y la psiquiatría,* Montevideo, Pueblos Unidos, 1960.

Pelkwijk, J. J. T., y N. Tinbergen, "Eine reizbiologische Analyse einiger Verhaltensweisen von Gasterosteus aculeatus L.", *Zeitschrift für Tierpsychologie,* 1937, *1,* 193-204.

Plotnikoff, N., "Magnesium pemoline, enhancement of learning and memory of a conditioned avoidance response", *Science,* 1966, *151,* 703-704.

Postman, L., y L. Rau, "Retention as a function of the method of measurement", *University of California Publications in Psychology,* 1957, *8,* 217-270.

Postman, L., y D. A. Riley, "Degrees of learning and interserial interference in retention", *University of California Publications in Psychology,* 1959, *8,* 271-396.

Prince, A. I., "Effects of punishment on visual discrimination learning", *Journal of Experimental Psychology,* 1956, *52,* 381-385.

Prokasy, W. F. (ed.), *Classical Conditioning: A Symposium,* Nueva York, Appleton-Century-Crofts, 1965.

Rashevsky, M., *Mathematical Biophysics,* Chicago, University of Chicago Press, 1948.

Ratner, S. C., y K. R. Miller, "Classical conditioning in earthworms, *Lumbricus terrestris*", *Journal of Comparative and Physiological Psychology,* 1959, *52,* 102-105.

Ratner, S. C., y M. R. Denny, *Comparative Psychology,* Homewood, Dorsey, 1964.

Razran, G. H. S., "Operant versus classical conditioning", *American Journal of Psychology,* 1955, *68,* 489-490.

Razran, G. H. S., "Backward conditioning", *Psychological Bulletin,* 1956, *53,* 55-69.

Revista de Psicología, Bogotá, 1964, *9,* 1-133.

Reynolds, G. S., "Contrast, generalization, and the process of discrimination", *Journal of the Experimental Analysis of Behavior,* 1961, *4,* 289-294.

Reynolds, G. S., *Compendio de condicionamiento operante,* traducción del inglés, México, Ciencia de la Conducta, 1973.

Richter, D. (ed.), *Aspects of Learning and Memory*, Nueva York, Basic Books, 1966.

Riley, D. A., *Discrimination Learning*, Boston, Allyn & Bacon, 1968.

Roe, A., *The Making of a Scientist*, Nueva York, Dodd-Mead, 1953.

Rock, I., A. Lasker, y J. Simon, "Stimulus 'generalization' as a process of recognition", *American Journal of Psychology*, 1969, *82*, 1-22.

Rosenbaum, G., "Temporal gradients of response strength with two levels of motivation", *Journal of Experimental Psychology*, 1951, *41*, 261-267.

Rosenzweig, M. R., D. Krech, y E. L. Bennett, "A search of relations between brain chemistry and behavior", *Psychological Bulletin*, 1960, *57*, 476-492.

Sabogal, F., Otero, R., y Ardila, R., "Efectos de las diferencias en la estimulación visual temprana sobre el aprendizaje de discriminación simple y complejo en ratones", *Revista Latinoamericana de Psicología*, 1975, *7*, 65-76.

Sánchez, J. A., "La psicología como ciencia", *Revista de Psicología*, 1965, *10*, 69-83.

Scott, J. P., "Critical periods in behavioral development", *Science*, 1962, *138*, 949-958.

Scott, J. P., *Early Experience and the Organization of Behavior*, Belmont, Brooks-Cole, 1968.

Schoenfeld, W. N., y Cole, B. K., *Stimulus schedules*, Nueva York: Harper & Row, 1972.

Sears, R. R., E. E. Maccoby, y H. Levin, "*Patterns of Child Rearing*, Evanston, Row-Peterson, 1957.

Sechenov, I. M., *Reflexes of the Brain*, Cambridge, MIT, 1965. (Original ruso 1863.)

Sidman, M., "Delayed-punishment effects mediated by competing behavior", *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1954, *47*, 145-147.

Sidman, M., *Tactics of Scientific Research*, Nueva York, Basic Books, 1960.

Sidman, M., "Reduction of shock frequency as reinforcement or avoidance behavior", *Journal o the Experimental Analysis of Behavior*, 1962, *5*, 247-257.

Skinner, B. F., *The Behavior of Organisms*, Nueva York, Appleton-Century-Crofts, 1938.

Skinner, B. F., *Walden Two*, Nueva York, Macmillan, 1948.

Skinner, B. F., *Science and Human Behavior*, Nueva York, Macmillan, 1953.

Skinner, B. F., *Verbal Behavior*, Nueva York, Appleton-Century-Crofts, 1957.

Skinner, B. F., *Cumulative Record,* Nueva York, Appleton-Century-Crofts, 1959, edición aumentada.

Skinner, B. F., *The Technology of Teaching,* Nueva York, Appleton-Century-Crofts, 1968.

Skinner, B. F., *About behaviorism,* Nueva York, Knopf, 1974.

Smith, R. G., "Magnesium pemoline: lack of facilitation in human learning, memory and performance tests", *Science,* 1967, *155,* 603-605.

Solomon, R. L., "Punishment", *American Psychologist,* 1964, *19,* 239-253.

Solomon, R. L., y E. S. Brush, "Experimentally derived conceptions of anxiety and aversion", en M. R. Jones (ed.). *Nebraska Symposium on Motivation,* Lincoln, University of Nebraska Press, 1956, 212-305.

Solomon, R. L., L. J. Kamin, y L. C. Wynne, "Traumatic avoidance learning: the outcomes of several extinction procedures with dogs", *Journal of Abnormal and Social Psychology,* 1953, *48,* 291-302.

Spelt, D. K., "The conditioning of the human fetus in utero", *Journal of Experimental Psychology,* 1948, *38,* 338-346.

Spence, K. W., "The nature of discrimination learning in animals", *Psychological Review,* 1936, *43,* 427-449.

Spence, K. W., "The differential response in animals to stimuli varying within a single dimension", *Psychological Review,* 1937, *44,* 430-444.

Spence, K. W., *Behavior Theory and Conditioning,* New Haven, Yale University Press, 1956.

Spence, K. W., *Behavior Theory and Learning,* Englewood Cliffs, Prentice-Hall. 1960.

Spence, K. W., D. F. Haggard, y L. E. Ross, "UCS intensity and the associative (habit) strength of the eyelid CR", *Journal of Experimental Psychology,* 1958, *55,* 404-411.

Spence, K. W., y J. Taylor (eds.), *The Psychology of Learning and Motivation,* Nueva York, Academic Press, vol. 1, 1967; vol. 2, 1968; vol. 3, 1970.

Stein, L., "Reciprocal action of reward and punishment mechanisms", en R. G. Heath (ed.), *The Role of Pleasure in Behavior,* Nueva York, Harper, 1964.

Stevens, S. S. (ed.), *Handbook of Experimental Psychology,* Nueva York, Wiley, 1951.

Stone, C. P., y D. B. Nyswander, "The reliability of rat learning scores from the multiple-T maze as determined by four different methods", *Journal of Genetic Psychology,* 1927, *34,* 497-524.

Storms, L. H., G. Boroczi, y W. E. Broen Jr., "Effects of punishment as a function of strain of rat and duration of shock",

Journal of Comparative and Physiological Psychology, 1963, *56,* 1022-1026.

Stratton, L. O., y L. Petrinovich, "Post-trial injections of an anti-cholinesterase drug and maze learning in two strains of rats", *Psychopharmacologia,* 1963, *5,* 47-54.

Talland, G. A., "Improvement of sustained attention with Cylert", *Psychonomic Science,* 1966, *6,* 493-494.

Tarpy, R. M., S. Glucksberg, y L. D. Lytle, "Motivation and short-term retention: evidence for covert rehersal", *American Journal of Psychology,* 1969, *82,* 111-116.

Teitelbaum, P., "Disturbances in feeding and drinking behavior after hypothalamic lesions", en M. R. Jones (ed.), *Nebraska Symposium on Motivation,* Lincoln, University of Nebraska Press, 1961, 39-64.

Thompson, E. L., "An analysis of the learning process in snail, *Physa gyrina*", *Behavior Monographs,* 1917, *3,* 97.

Thompson, R., *Foundations of Physiological Psychology,* Nueva York, Harper & Row, 1967.

Thompson, R., y J. McConnell, "Classical conditioning in the planarian *Dugesia dorotocephala*", *Journal of Comparative and Physiological Psychology,* 1955, *48,* 65-68.

Thompson, T., y Grabowski, J. G., *Reinforcement schedules and multioperant analysis,* Nueva York: Appleton-Century-Crofts, 1972.

Thompson, W. R., y R. Melzack, "Early environment", *Scientific American,* 1956, *194,* 38-42.

Thorpe, W. H., *Learning and Instinct in Animals,* Londres, Methuen, 1956.

Thorndike, E. L., *Animal Intelligence,* Nueva York, Macmillan, 1911 (trabajo original 1898.)

Thorndike, E. L., *The Fundamentals of Learning,* Nueva York, Columbia University Press, 1932.

Thorndike, E. L., "Reward and punishment in animal learning", *Comparative Psychology Monographs,* 1932, *8.*

Tinbergen, N., *The Study of Instinct,* Oxford, Clarendon Press, 1951. (*El estudio del instinto,* México, Siglo XXI, 1968.)

Tinbergen, N., "The curious behavior of the stickleback", *Scientific American,* 1952, *187,* 22-26.

Tolman, E. C., *Behavior and Psychological Man",* Berkeley, University of California Press, 1966.

Trabasso, T., y G. H. Bower, "Stimulus selection and additivity of cues", *Psychological Monographs,* 1966.

Trabasso T., y G. H. Bower, *Attention in Learning: Theory and Research,* Nueva York, Wiley, 1968.

Trowill, J. A., "Instrumental conditioning of the heart rate in the curarized rat", *Journal of Comparative and Physiological Psychology,* 1967, *63,* 7-11.

Turner, L. H,. y R. L. Solomon, "Human traumatic avoidance learning", *Psychological Monographs,* 1962, *76.*

Underwood, B. J., "Degree of learning and the measurement of forgetting", *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior,* 1964, *3,* 112-129.

Underwood, B. J., *Experimental Psychology,* Nueva York, Appleton-Century-Crofts, 1966².

Van Ormer, E. B., "Sleep and retention", *Psychological Bulletin,* 1932, *30,* 415-439.

Vaughn J., y C. M. Diserens, "The relative effects of various intensities of punishment on learning and efficiency", *Journal of Comparative Psychology,* 1930, *10,* 55-66.

Walker, E. L., *Conditioning and Instrumental Learning,* Belmont, Wadsworth, 1967.

Walter, W. G., "A machine that learns", *Scientific American,* 1951, *185,* 60-63.

Watson, G., "What do we know about learning", *Educational Association Journal,* 1963.

Weiss, B., & Laties, V. G. Behavioral pharmacoloty and toxicology. *Annual Review of Pharmacology,* 1969, *9,* 297-326.

White, R. W., "Motivation reconsidered: The concept of competence", *Psychological Review,* 1959, *66,* 297-334.

Whiteis, U. E., "Punishment's infuence on fear and avoidance", *Harvard Educational Review,* 1956, *26,* 360-373.

Wickens, D. D., H. M. Schroder, y J. D. Snide, "Primary stimulus generalization of the GSR under two conditions", *Journal of Experimental Psychology,* 1954, *47,* 52-56.

Wolfe, J. B., "Effectiveness of token-reward for chimpanzees", *Comparative Psychology Monographs,* 1936, *12,* 60.

Woodworth, R. S., *Dynamics of Behavior,* Nueva York, Holt, 1918.

Yerkes, R. M., y J. B. Watson, "Methods of studying vision in animals", *Behavior Monographs,* 1911, *1* (2).

Zeigarnik, B., "Das Behalten erledigter und unerledigter Handlungen", *Psychologische Forschung,* 1927, *9,* 1-185.

Zeigarnik, B., *The Pathology of Thinking,* Nueva York, Consultants Bureau, 1965.

Zelman, A., L. Kabot, R. Jacobson, y J. V. McConnell, "Transfer of training through injections of 'conditioned' RNA into untrained worms", *Worm Runners Digest,* 1963, *5,* 14-21.

ÍNDICE ANALÍTICO



impreso en offset marvi, s. a.
calle leiria 72 - méxico 13, d. f.
diez mil ejemplares y sobrantes para reposición
5 de noviembre de 1979